

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

**DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA CLÍNICA
Y PSICOBIOLOGÍA**



**DIFERENCIAS EN MEMORIA ENTRE HOMBRES Y MUJERES
JÓVENES SANOS: INFLUENCIA DE LAS VARIACIONES
NATURALES DE LAS HORMONAS SEXUALES**

TESIS DOCTORAL

Cecilia Otero Dadín
Santiago de Compostela

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

**DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA CLÍNICA
Y PSICOBIOLOGÍA**



**DIFERENCIAS EN MEMORIA ENTRE HOMBRES Y MUJERES
JÓVENES SANOS: INFLUENCIA DE LAS VARIACIONES
NATURALES DE LAS HORMONAS SEXUALES**

Tesis doctoral presentada por Cecilia Otero Dadín
para optar al grado de doctor, dirigida por la
Dra. Dña. Dolores Rodríguez Salgado

Santiago de Compostela



Facultade de Psicoloxía
Dpto. de Psicoloxía Clínica e Psicobioloxía
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Tel. 981 563100
Fax. 981 528071

DOLORES RODRÍGUEZ SALGADO, Profesor Contratado Doctor en el Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Universidad de Santiago de Compostela

INFORMA:

Que la Tesis Doctoral titulada “DIFERENCIAS EN MEMORIA ENTRE HOMBRES Y MUJERES JÓVENES SANOS: INFLUENCIA DE LAS VARIACIONES NATURALES DE LAS HORMONAS SEXUALES fue realizada bajo su dirección por Dña. Cecilia Otero Dadín en el Departamento de Psicología Clínica y Psicobiología de la Universidad de Santiago de Compostela.

Que el citado trabajo de investigación reúne todas las exigencias científicas y formales requeridas por la normativa vigente para optar al grado de Doctor por la Universidad de Santiago de Compostela

POR TANTO

Emite la autorización preceptiva para su aceptación y posterior defensa pública.

En Santiago de Compostela, a de de 201

Fdo.: Dolores Rodríguez Salgado

Fdo.: Cecilia Otero Dadín
(Doctoranda)

A mi abuelo (in memoriam)
Todo lo que hago se lo debo a él

El que no sabe lo que busca, no entiende lo que encuentra
Claude Bernard

AGRADECIMIENTOS

Todo el agradecimiento que aquí pueda expresar es ínfimo en comparación con el que me gustaría hacer llegar a aquellas personas que de un modo u otro han hecho posible la realización de este trabajo.

En primer lugar, mi más sincero agradecimiento a los voluntarios que han cedido su tiempo y su esfuerzo a la participación en este estudio, pues sin ellos no hubiese sido posible.

A los profesionales del Servicio de Endocrinología del Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela, en especial al Dr. Bernabeu Morón, por su dedicación e implicación desinteresada en este estudio.

A Dolores Rodríguez Salgado, directora de este trabajo, por su dedicación, su paciencia y su esfuerzo no sólo en las labores de asesoramiento y supervisión, sino también en el apoyo moral y anímico que me ha brindado a lo largo de todo este proceso. En ella tengo el ejemplo de la superación y la motivación. Gracias por todo.

A Elena Andrade Fernández, por su inestimable asesoramiento en la parte metodológica. Sus comentarios y sugerencias han sido, sin duda, una gran ayuda.

A todos los profesionales que ejercen la Neuropsicología, tanto en el campo docente y de investigación como en la práctica clínica, y a los que he ido conociendo a medida que este trabajo se desarrollaba. Todos y cada uno de ellos me transmiten lo apasionante que es este mundo, y las ganas de conocer cada uno de sus rincones.

A mis compañeros de despacho, de pasillo, de cafés y de sobremesas, Ana, Alberto, Álvaro, Bea, Diego, Fran, María, Nayara, Patricia, Paula y Santi. Su apoyo ha sido un pilar fundamental en esta obra, y un constante aliciente para seguir adelante. De ellos he aprendido y sigo aprendiendo. Gracias por hacerme sentir una más desde el primer momento.

A mi familia, mis padres y mi hermano, a quienes agradezco de todo corazón su apoyo incondicional y su constante ayuda, y a mis amigos, quienes han permanecido a mi lado durante toda esta etapa y de quienes siempre he recibido el ánimo que necesitaba. Gracias por estar ahí.

Por último, pero no menos importante, mi agradecimiento más profundo a Alberto, mi compañero de viaje, con quien comparto mi proyecto más importante: la vida. Sin su compañía y sin su apoyo no sería la persona que soy.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
I. INTRODUCCIÓN	7
1. LAS DIFERENCIAS ENTRE SEXOS EN EL RENDIMIENTO NEUROPSICOLÓGICO	9
1.1. <i>El patrón masculino y el patrón femenino de rendimiento neuropsicológico.</i>	13
1.1.1. Habilidades perceptivas	13
1.1.2. Habilidades motoras	15
1.1.3. Habilidades espaciales	15
1.1.4. Habilidades matemáticas	18
1.1.5. Habilidades verbales	19
1.2. <i>Diferencias entre sexos en memoria.</i>	20
1.2.1. Diferencias entre sexos en memoria para material verbal.	21
1.2.2. Diferencias entre sexos en memoria para material visual.	22
2. LAS HORMONAS SEXUALES Y EL RENDIMIENTO NEUROPSICOLÓGICO	27
2.1. <i>Efectos organizadores de las hormonas sexuales sobre el cerebro y el rendimiento neuropsicológico.</i>	28
2.1.1. Diferencias anatómicas y funcionales entre el cerebro masculino y el cerebro femenino.	28
2.1.2. Evidencias acerca de la influencia de los efectos organizadores de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico.	32
2.2. <i>Efectos activadores de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico.</i>	35
2.2.1. Influencia de las variaciones hormonales en transexuales sobre el funcionamiento neuropsicológico.	35
2.2.2. Influencia de las variaciones hormonales asociadas a la edad sobre el funcionamiento neuropsicológico.	37
3. INFLUENCIA DE LOS CICLOS NATURALES DE LAS HORMONAS SEXUALES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO.....	40
3.1. <i>El rendimiento en memoria durante los ciclos naturales de las hormonas sexuales.</i>	46
II. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	51
III. MÉTODO.....	57
1. MUESTRA.....	59
2. MATERIAL	60
3. PROCEDIMIENTO	65
IV. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS.....	69
1. DATOS DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA.....	71
2. ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN MEMORIA.....	73
2.1. <i>Diferencias entre sexos en memoria</i>	74
2.2. <i>Efecto de la fase hormonal en el rendimiento en memoria de hombres y mujeres y en sus diferencias</i>	78
2.3. <i>Relación entre niveles de hormonas gonadales y rendimiento en memoria</i>	82

V. DISCUSIÓN	85
1. DIFERENCIAS ENTRE SEXOS EN MEMORIA	89
2. EFECTO DE LA FASE HORMONAL SOBRE EL RENDIMIENTO EN MEMORIA	96
3. EFECTO DE LA FASE HORMONAL SOBRE LAS DIFERENCIAS ENTRE SEXOS EN MEMORIA	100
4. RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE HORMONAS GONADALES ENDÓGENOS Y EL RENDIMIENTO EN MEMORIA	103
VI. CONCLUSIONES.....	109
VII. CONSIDERACIONES FINALES.....	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
ANEXOS	165
ANEXO 1	167
ANEXO 2	175
ÍNDICES	179
1. ÍNDICE DE FIGURAS.....	181
2. ÍNDICE DE TABLAS	181
3. ÍNDICE DE GRÁFICOS	181

INTRODUCCIÓN GENERAL



En el contexto actual de la sociedad occidental, en el que se promueve la igualdad entre hombres y mujeres en todos los ámbitos, puede parecer paradójico que se desarrolle una línea de investigación dedicada a estudiar las diferencias neuropsicológicas que existen entre ambos, y en la que se han llegado a establecer patrones de rendimiento neuropsicológico típicos para cada sexo (Ellis et al., 2008; Halpern, 2000; Kimura, 2000). Sin embargo, ello está en consonancia con que agencias gubernamentales de relevancia, como el *National Institute of Mental Health* de Estados Unidos, hayan indicado la necesidad de fomentar la incorporación de la variable sexo en el ámbito de investigación de las neurociencias (Nacional Institute of Mental Health, 2011). Sin duda esta expresión de intereses está motivada por la diferente incidencia, desarrollo y prevalencia de trastornos psicopatológicos y neurológicos en uno y otro sexo, diferencias de gran relevancia pero que todavía no se comprenden suficientemente.

La investigación respecto a las diferencias neuropsicológicas entre hombres y mujeres se mantiene lejos de posturas que utilizan los datos científicos para llegar a conclusiones absurdas, como la superioridad de un sexo sobre el otro, confundiendo los términos diferencia y “desigualdad”. Esta línea de investigación pretende alcanzar un conocimiento más profundo acerca del funcionamiento neuropsicológico del cerebro sano, y descubrir nuevas variables que pueden influir en la incidencia y recuperación de diferentes patologías. Para ello los estudios en este ámbito se basan en la descripción de las diferencias neuropsicológicas que existen entre hombres y mujeres, y en identificar cuales pueden ser los factores que influyen en su existencia. Tradicionalmente la identificación de estos factores ha estado condicionada por el clásico debate entre naturaleza y ambiente, superado sin embargo con una perspectiva psicobiosocial, que considera tanto factores de tipo biológico como ambiental.

Uno de esos factores biológicos, ciertamente relevante, serían las hormonas sexuales, que están presentes en nuestro organismo desde la etapa prenatal, ejerciendo efectos organizadores sobre el desarrollo neural y el posterior desarrollo neuropsicológico (Arnold et al., 2004; Collaer & Hines, 1995). Ya en la vida adulta las hormonas sexuales están presentes en diferentes niveles en cada uno de los sexos, y se ven sometidas a variaciones cíclicas características (del ciclo menstrual en las mujeres, y de los ciclos diurno y estacional de la testosterona en hombres). Se ha investigado cómo estos ciclos, principalmente el menstrual, afectan al rendimiento neuropsicológico, en aquellas funciones en las que previamente se habían descrito diferencias entre sexos. Algunos trabajos han mostrado que el rendimiento en estas funciones se ve influido por las variaciones hormonales asociadas a los ciclos hormonales (Hampson 1990a,b; Kimura & Hampson, 1994; Moffat & Hampson, 1996), lo que nos lleva a plantear la cuestión de si las variaciones en las hormonas sexuales determinan la existencia y dirección de las diferencias neuropsicológicas encontradas entre hombres y mujeres. Por ello, el presente trabajo se plantea desde un enfoque diferente al habitual en esta línea de investigación, ya que trata de comprobar si se presentan diferencias a nivel neuropsicológico entre sexos al tiempo que se toman en cuenta sus ciclos hormonales. Parece necesario analizar conjuntamente el efecto de la variable sexo y de los ciclos hormonales sobre el rendimiento neuropsicológico, para poder identificar diferencias entre sexos de carácter fundamental o relativamente permanente, frente a aquellas respuestas moduladas hormonalmente, es decir que varían en función de los cambios en los niveles circulantes de hormonas en uno y otro sexo.

Desde este enfoque nos centramos en el estudio de la memoria, pues se trata de una función compleja, con diferentes componentes disociables, en la que los estudios sobre las diferencias entre sexos han sido escasos y además no han arrojado resultados

consistentes. Además, la memoria parece una función especialmente susceptible a la influencia de las hormonas sexuales, pues se ha visto que se ve afectada tanto por el descenso de los niveles hormonales asociado a la edad, como por la administración de terapias de reemplazo hormonal (Gruenewald & Matsumoto, 2003; Hogervost, Yaffe, Richards & Huppert, 2002; Wolf & Kirschbaum, 2002; Yaffe et al., 2007). Sin embargo, poco se conoce acerca de cómo influyen en la memoria los ciclos naturales de las hormonas sexuales de adultos jóvenes, fuera ya del contexto clínico y/o del envejecimiento. Por ello, nos planteamos estudiar las posibles diferencias en memoria entre hombres y mujeres jóvenes y sanos a la vez que se toma en cuenta la influencia de los ciclos naturales de las hormonas sexuales de ambos.

La exposición del presente trabajo se inicia con una introducción teórica en la que se presenta, en primer lugar, una revisión de la investigación sobre las diferencias neuropsicológicas entre hombres y mujeres. En ella se exponen datos acerca del patrón de rendimiento neuropsicológico de cada sexo según distintas habilidades cognitivas, dedicando un apartado específico a la memoria. En segundo lugar, se exponen evidencias sobre los efectos, tanto organizadores como activadores, de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico. Finalmente se revisan los datos de la literatura científica acerca de la influencia que los ciclos naturales de las hormonas sexuales tienen sobre el funcionamiento neuropsicológico, y en particular sobre la memoria.

Tras esta introducción teórica se presentan el planteamiento empírico y los objetivos de la investigación realizada, se describen el método y el material empleados para su realización, y se exponen y discuten sus resultados. Por último, se exponen las conclusiones de la investigación y se recogen unas consideraciones finales sobre el estudio realizado y el ámbito de investigación en el que se enmarca.

I. INTRODUCCIÓN



1. LAS DIFERENCIAS ENTRE SEXOS EN EL RENDIMIENTO NEUROPSICOLÓGICO

El estudio de las diferencias entre hombres y mujeres en el ámbito de las ciencias del comportamiento ha despertado un interés creciente en los últimos años. Este campo de investigación puede encuadrarse en un marco más amplio, el estudio de las diferencias individuales, a través del cual se pretende identificar cuáles son las variables que influyen en las diferencias entre individuos en personalidad, conducta o rendimiento cognitivo. En este sentido el sexo constituye una importante variable biológica de diferenciación entre individuos, y además es un factor que tiene importantes implicaciones sociales. Por ello, la investigación sobre las diferencias entre sexos puede ayudar también en la comprensión de las diferencias entre individuos en general.

Desde una perspectiva global las evidencias apuntan a que las diferencias en comportamiento entre hombres y mujeres no se limitan al ámbito reproductivo (Okami, 2001). Así, por ejemplo, el patrón de comportamiento masculino, en comparación con el femenino, se caracteriza por una mayor orientación hacia la búsqueda de sensaciones y riesgos y una mayor agresividad física (Rosenblitt, Soler, Johnson & Quadagno, 2001). Por otra parte, ante situaciones de estrés los hombres recurren con mayor frecuencia a conductas de huida o pelea, mientras que las mujeres orientan su conducta hacia el cuidado de los hijos o el establecimiento de nuevas relaciones interpersonales (Taylor et al., 2000). En general se observa una mayor tendencia del sexo femenino por la interacción con otras personas, mientras que el sexo masculino opta con mayor frecuencia por la manipulación de

objetos, lo cual se observa desde la infancia e incluso a los pocos días de vida (Alexander, Wilcox & Woods, 2009).

En cuanto al funcionamiento neuropsicológico, la primera cuestión que surgió en el ámbito de las diferencias entre sexos es si éstas se aprecian en el rendimiento cognitivo global. Los trabajos al respecto concluyen que no se evidencian diferencias entre sexos en inteligencia general, sino que las diferencias en el rendimiento cognitivo entre hombres y mujeres serían más de naturaleza cualitativa que cuantitativa (Colom, García, Espinosa & Abad, 2002; Jensen, 1998; Stumpf & Stanley, 1996). Así, ambos sexos parecen tener patrones de rendimiento neuropsicológico diferentes, siendo el rendimiento masculino mejor en cierto tipo de tareas mientras que el rendimiento femenino lo es en otras. Estas diferencias en el rendimiento neuropsicológico entre hombres y mujeres han sido analizadas en el marco de una reciente pero amplia línea de investigación, la cual ha dado lugar a un importante volumen de publicaciones científicas (Ellis et al., 2008).

Uno de los primeros intentos de sintetizar los resultados previos sobre las diferencias neuropsicológicas entre sexos lo constituyó el trabajo de Maccoby y Jacklin (1974), en el que se concluyó que los hombres poseen mejores habilidades espaciales que las mujeres, mientras que estas poseen mejores habilidades verbales. Pocos años después, Hyde (1981) realizó el primer metaanálisis en el marco de las diferencias neuropsicológicas entre sexos, utilizando los datos revisados en el trabajo de Maccoby y Jacklin (1974). Sus resultados evidenciaron que existía una ventaja masculina en habilidades espaciales y matemáticas, y una ventaja femenina en habilidades verbales. En los años posteriores se realizaron otros trabajos de metaanálisis como el de Hyde y Linn (1988), que llevaron a cabo un amplio análisis de las diferencias entre sexos en habilidades verbales, dividiendo los

resultados en función de la edad y del tipo de tarea administrado. Los resultados mostraron que existía una ventaja femenina en el rendimiento verbal global, pero sólo en los grupos de edad menor a 5 años y mayor a 26. En aspectos concretos como la adquisición de vocabulario, el patrón de diferencias mostró una ventaja masculina entre los 6 y los 10 años de edad y una ventaja femenina entre los 19 y los 25. Sin embargo, las mayores diferencias entre sexos se observaron en comprensión lectora, en concreto aparecía una ventaja femenina para los niños menores de 5 años, con un tamaño de efecto de 0.3.

Más tarde, Hyde, Fennema y Lamon (1990) realizaron un metaanálisis sobre las diferencias entre sexos en habilidades matemáticas. Aunque apreciaron en general una ventaja masculina para estas habilidades, con un tamaño de efecto moderado en estudiantes de secundaria ($d= 0.29$) y más amplia en universitarios ($d= 0.41$) y adultos ($d= 0.59$), también observaron que algunas de esas diferencias dependían del tipo de tarea administrada.

Por su parte, el metaanálisis de Linn y Petersen (1985) mostró la existencia de una ventaja masculina en habilidades espaciales. En este trabajo se puso en evidencia que bajo este término se incluyen diferentes tipos de habilidad espacial y que la magnitud de las diferencias entre sexos depende del tipo de habilidad estudiado. Así, las mayores diferencias se observaron en las tareas de rotación mental, y las menores en tareas de percepción espacial. Estos resultados fueron replicados por Voyer, Voyer y Bryden (1995), quienes encontraron que el tamaño de efecto de las diferencias entre sexos para la percepción espacial era de 0.44 y para la rotación mental de 0.56.

A pesar de la amplia literatura al respecto, la existencia de diferencias entre sexos en el rendimiento neuropsicológico a menudo ha sido cuestionada, y se

considera que es un tema aún sin resolver, debido a la existencia de trabajos que no han conseguido demostrar tales diferencias. Sin embargo, tal y como apuntan Sanders y colaboradores (2002), la evidencia acerca de las diferencias entre sexos no debe ser interpretada en términos absolutos, sino en base al patrón de los resultados obtenidos. Si bien existen muchas investigaciones que no han encontrado diferencias, la proporción con respecto a las investigaciones que sí las evidencian no es de 50/50, tal como cabría esperar si los hallazgos fuesen azarosos.

Los motivos por los que existen trabajos en los que no se observan diferencias neuropsicológicas entre sexos son varios. Por un lado, el tipo de tarea utilizado es una variable que se debe tener en cuenta, puesto que los constructos neuropsicológicos que se miden no son unitarios. Así, la función verbal o la función espacial pueden medirse con diferentes tareas que dependen de diferentes procesos cognitivos. Como consecuencia, en función de la tarea utilizada los resultados pueden ser distintos, pudiendo evidenciarse las diferencias entre sexos en la dirección esperada, una ausencia de estas diferencias, o incluso diferencias en la dirección contraria. Por otro lado, el rendimiento neuropsicológico de hombres y mujeres se solapa en gran medida, de manera que hay hombres que muestran un patrón de rendimiento propiamente femenino y viceversa. Por ello, en función de la muestra utilizada los resultados obtenidos pueden ser variables. Por último, los resultados en esta línea de investigación también se ven afectados por el hecho de no tener en cuenta variables que pueden influir en el rendimiento neuropsicológico dentro de un mismo sexo, lo cual puede llevar a obtener datos contradictorios o inconsistentes.

Aun teniendo en cuenta estas limitaciones los resultados obtenidos hasta el momento apuntan a la existencia de un patrón de rendimiento diferente entre

hombres y mujeres. A continuación se exponen los principales hallazgos en esta línea de investigación, y se describen los patrones de rendimiento neuropsicológico que se han evidenciado para hombres y mujeres.

1.1. El patrón masculino y el patrón femenino de rendimiento neuropsicológico.

Como ya hemos mencionado, la literatura existente sobre las diferencias neuropsicológicas entre sexos, aunque reciente, es amplia y ha dado lugar a la publicación de varios manuales en los que se recogen en detalle estas diferencias y se exponen las posibles teorías explicativas acerca de su origen (Caplan, 1997; Ellis et al., 2008; Halpern, 2000; Kimura, 2000). A partir de estos trabajos se desprende que el patrón masculino se caracteriza por un mejor resultado en tareas de lanzamiento de objetos haciendo uso de la puntería, en la resolución de problemas matemáticos y de razonamiento abstracto, y en tareas espaciales, fundamentalmente de rotación mental. Por su parte, el patrón femenino se caracteriza por un mejor rendimiento en tareas que implican movimientos motores finos, así como una mayor sensibilidad perceptiva y mejores habilidades lingüísticas. También se ha descrito una ventaja femenina para la memoria, tanto verbal como visual. Sin embargo, en la memoria espacial la superioridad de uno u otro sexo va a depender del componente que se estudie.

A continuación se presentan con mayor detalle los datos de la literatura científica sobre las diferencias neuropsicológicas entre sexos en distintas habilidades cognitivas, dejando para un apartado posterior la memoria, que trataremos de manera más amplia por su interés para el presente trabajo empírico.

1.1.1. Habilidades perceptivas

El estudio de las diferencias entre sexos en percepción se ha centrado tanto en la sensibilidad perceptiva para las diferentes modalidades sensoriales como en la velocidad perceptiva, definida como la capacidad de percibir detalles con rapidez y precisión y cambiar la atención de un estímulo al siguiente con celeridad.

Por lo general las mujeres muestran una mayor sensibilidad perceptiva en las distintas modalidades sensoriales. En concreto, en la modalidad auditiva, las mujeres poseen un umbral de detección de tonos puros más bajo que los hombres y presentan un inicio más tardío del declive de la capacidad de audición asociado a la edad (Morrel, Gordon-Salant, Pearson, Brant & Fozard, 1996). Con respecto a las demás modalidades sensoriales, las mujeres también poseen una mayor capacidad para detectar, identificar, discriminar y recordar olores (Doty & Cameron, 2009), poseen umbrales más bajos para la detección de sabores (Baker, 1987b) y muestran una mayor sensibilidad al tacto (Reinisch & Sanders, 1992). Sin embargo, por lo que respecta a la visión esta sería la única modalidad sensorial en la que la ventaja femenina no es tan clara. Así, existen datos que apuntan a que los hombres captan con mayor precisión los objetos y el movimiento dentro del campo visual, a pesar de que las mujeres tienen un campo visual ligeramente más amplio (Halpern, 2000; Kimura, 2000). Además, los hombres son capaces de percibir el parpadeo de una luz a una tasa de alternancia mayor que las mujeres (Ginsburg, Jurenovskis & Jamieson, 1982). Sin embargo, las mujeres mostrarían mayor sensibilidad en la percepción de colores oscuros en comparación con los hombres (Correa et al., 2007).

Por lo que respecta a la velocidad perceptiva, parece que las mujeres presentan una mayor rapidez perceptiva en comparación con los hombres, siendo esta ventaja evidente desde la infancia (Jensen, 1998).

1.1.2. Habilidades motoras

El estudio de las diferencias entre sexos a nivel motor se ha centrado, por un lado, en el análisis de la capacidad para utilizar las manos de forma rápida y efectiva durante la manipulación de objetos pequeños. A este nivel parece que existen diferencias en la planificación de los movimientos, ya que las mujeres presentan una mayor eficacia que los hombres cuando la ejecución implica movimientos finos y secuenciales, tales como tocar una serie de teclas en un determinado orden. Sin embargo, los hombres son más rápidos en movimientos simples, como pulsar una tecla repetidas veces con el mismo dedo (Nicholson & Kimura, 1996; O'Boyle, Hoff & Gill, 1995). Algunos estudios han encontrado que esta ventaja femenina se incrementa ante tareas realizadas con los ojos tapados, sugiriendo que esta capacidad de las mujeres está relacionada más con sistemas neurales intrapersonales que extrapersonales (Chipman, Hampson & Kimura, 2002)

Por otro lado, los estudios que se centran en la ejecución de ambos sexos en tareas motoras que implican puntería, tales como lanzar e interceptar objetos, han encontrado que existe una ventaja masculina a este nivel (Hall & Kimura, 1995; Watson & Kimura, 1991). Esta ventaja no parece depender simplemente de las características somáticas de los varones, tales como mayor fuerza o constitución atlética, sino que es una habilidad cognitiva que depende de la capacidad de coordinar la identificación de estímulos en el espacio con la capacidad de movimientos amplios dirigidos a un blanco.

1. 1. 3. Habilidades espaciales

Bajo el término de habilidades espaciales se han incluido una serie de capacidades tales como la percepción espacial, la visualización espacial, la

habilidad espacio-temporal, la navegación espacial y la rotación mental. En general, se ha apreciado una ventaja masculina para la mayoría de estas habilidades (Hedges & Nowell, 1995; Hyde, 1981; Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). En concreto, con respecto a la percepción espacial, esta ha sido medida fundamentalmente con pruebas como el Juicio de Orientación de Líneas (Benton, Sivan, Hamsher, Varney & Spreen, 1994), el Test de Figuras Enmascaradas (Witkin, Oltman, Raskin & Karp, 1971) y el Test del Marco y la Varilla (Witkin & Asch, 1948). El objeto de este tipo de tareas es la medida de la dependencia-independencia de campo, esto es, la percepción de estímulos visuales y de relaciones espaciales en presencia de información distractora. Los hombres muestran una mejor ejecución en estas tareas, presentando las mujeres una mayor dependencia de campo en la percepción espacial (Basso, Harrington, Matson & Lowery, 2000; Halari et al., 2005; Harshman & Hampson, 1983; Kimchi, Amishav & Sulitzeanu-Kenan, 2009; Knez & Enmarker, 1998; Weiss, Kemler, Deisenhammer, Fleischhacker & Delazer, 2003).

Por su parte las diferencias entre sexos en visualización espacial son menos claras y, a menudo, inexistentes (Burin, Delgado & Prieto, 2000; Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). La ejecución en este tipo de tareas se basa en el correcto manejo de información espacial compleja siguiendo una serie de pasos. Entre estas tareas se incluye el subtest de relaciones espaciales del Test de Aptitudes Diferenciales (DAT) (Bennett, Seashore & Wesman, 1990), que exige la manipulación de objetos en el espacio tridimensional. La tarea consiste en determinar el tipo de figura tridimensional que se obtendría si se armaran e hicieran girar las figuras bidimensionales que se presentan. Otras tareas de visualización espacial que se utilizan son el subtest de recuento de bloques de la Batería de

Aptitudes Mecánicas de Mac Quarrie (Mac Quarrie, 1925), en el que se muestran composiciones de cubos y se debe determinar el número de cubos que la forman, o las tareas de rompecabezas.

En cuanto a la habilidad espacio-temporal, la cual implica la predicción sobre la velocidad y dirección del movimiento de objetos, se ha observado una ventaja masculina (Contreras, Colom, Shih, Alava & Santacreu, 2001; Contreras, Rubio, Peña, Colom & Santacreu, 2007; Hall & Kimura, 1995; Law, Pellegrino & Hunt, 1993). También se observa esta ventaja en tareas de navegación espacial, en las que los hombres son más rápidos y cometen menos errores en comparación con las mujeres (Astur, Ortiz & Sutherland, 1998; Moffat, Hampson & Hatzipantelis, 1998).

Por último, la rotación mental, la habilidad para rotar objetos en un espacio bidimensional o tridimensional en la imaginación, es la habilidad espacial que presenta una mayor diferencia entre sexos, llegándose a encontrar tamaños de efecto próximos a 1 (Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). Para evaluar esta capacidad se utilizan pruebas en las que los sujetos deben identificar el grado de rotación de una figura, o rotar mentalmente una serie de figuras para comprobar si son iguales entre sí o diferentes. Una de las tareas más utilizadas y que de forma más consistente ha mostrado diferencias entre sexos es el Test de Rotación Mental en 3-D (MRT) desarrollado por Vandenberg y Kuse (1978). En este tipo de tareas, los hombres, en comparación con las mujeres, muestran un mejor rendimiento, caracterizado por una mayor rapidez y precisión (Amponsah & Krekling, 1997; Cherney, Jagarlamudi, Lawrence & Shimabuku, 2003; Collins & Kimura, 1997; Delgado y Prieto, 1996; Gouchie & Kimura, 1991; Halari et al., 2005; Halpern & Tan, 2001; Jordan, Wüstenberg, Heinze, Peters & Jäncke, 2002; Karádi, Csathó,

Kovacs & Kosztolanyi, 2003; Neave, Menaged & Weightman, 1999; Parsons et al., 2004; Voyer & Bryden, 1990; Voyer & Saunders, 2004; Weiss et al., 2003). Puesto que las tareas de rotación mental suelen ser pruebas con tiempo límite, algunos autores sugieren que la ventaja masculina observada desaparece cuando esta limitación de tiempo se suprime (Goldstein, Haldane & Mitchell, 1990; Voyer, 1997). Sin embargo, otros autores evidencian una ventaja masculina aun cuando no se establezca un tiempo límite (Masters, 1998; Resnick, 1993).

1. 1. 4. Habilidades matemáticas

Los primeros datos consistentes acerca de las diferencias entre hombres y mujeres en habilidades matemáticas los proporcionó el trabajo de Maccoby y Jacklin (1974), quienes revisaron los resultados de 27 estudios previos, encontrando que estas diferencias dependen del rango de edad estudiado. Así, en los primeros años de escolarización, de 3 a 8 años, no se observan diferencias entre sexos y, si en alguna ocasión aparecen, las niñas aventajan a los niños, mientras que en el grupo de edad de 9 a 12 años, cuando se observan diferencias, los niños aventajan a las niñas. Esta ventaja masculina se observa de forma más consistente cuando se estudian jóvenes de 13 a 21 años. Estos resultados, junto con los de estudios posteriores (Bethencourt & Torres, 1987; Bridgeman & Wendler, 1991; Campbell, 1991; Hyde et al., 1990; Moore & Smith, 1987), apuntan a que las diferencias entre sexos en el rendimiento matemático surgen en la adolescencia y se estabilizan en la edad adulta.

Pero las diferencias entre sexos en habilidades matemáticas dependen, además de la edad, del componente matemático que se estudie. Por lo general, los hombres obtienen mejores resultados en la resolución de problemas matemáticos y el razonamiento abstracto, mientras que las mujeres obtienen mejores resultados en

cálculo y computación (Engelhard, 1990; Hyde et al., 1990; Jensen, 1988; Lummis & Stevenson, 1990; Postigo, Pérez & Sanz, 1999).

La mayoría de los resultados obtenidos en el ámbito de estudio de las diferencias entre sexos en habilidades matemáticas provienen de estudios con muestras de estudiantes de primaria y secundaria. En población adulta los trabajos son menos frecuentes, y se basan principalmente en el análisis del volumen de elección de hombres y mujeres de carreras relacionadas con las matemáticas. Sin embargo, los datos así obtenidos pueden no ser útiles para concluir la existencia de diferencias entre sexos en habilidades matemáticas, ya que en la elección curricular influyen variables socioculturales distintas del sexo que, al margen de las aptitudes matemáticas, pueden estar influyendo en la proporción de hombres y mujeres en este tipo de carreras profesionales (García, 2002).

1. 1. 5. Habilidades verbales

En general la literatura recoge que las mujeres poseen mejores habilidades verbales que los hombres. Uno de los trabajos de referencia en este ámbito es el metaanálisis realizado por Hyde y Linn (1988) en el que se revisaron 126 estudios sobre las diferencias entre sexos en habilidades verbales, llegando a la conclusión de que existe una ventaja femenina que surge a edades muy tempranas. Así, se ha evidenciado que las niñas presentan una adquisición del lenguaje más temprana (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 1998), desarrollan un vocabulario más amplio en los primeros años de vida (Huttenlocher, Haight, Bryk, Seltzer & Lyons, 1991), desarrollan mejores habilidades lectoras y de deletreo (Feingold, 1988; Stanley, Benbow, Brody, Dauber & Lupkowski, 1992) y utilizan construcciones gramaticales complejas antes que los niños (Hyde & Linn, 1988). Sin embargo, las

diferencias señaladas no se traducen en edades posteriores en un mayor conocimiento del vocabulario o un mejor razonamiento verbal (Halpern, 1992).

En la edad adulta, sin embargo, sí se observa una ventaja femenina en tareas de fluidez verbal (Hyde, 1988; Kimura, 1992; Weiss et al., 2003; Weiss et al., 2006), de forma clara para la fluidez fonética, la cual se ha atribuido a la utilización de estrategias de recuperación más eficaces por parte de las mujeres (Weiss et al., 2006). Por el contrario, la superioridad femenina en fluidez semántica no está tan clara, ya que los resultados son dispares y varían en función de la categoría semántica utilizada. Así, las mujeres obtienen mejores resultados cuando se solicitan nombres de colores o frutas (Capitani, Laiacona & Barbarotto, 1999; Kimura, 1994) pero los hombres las aventajan ante la petición de nombres de herramientas o de objetos de una determinada forma o material (Harshman, Hampson & Berenbaum, 1983). Estas diferencias entre sexos en fluidez semántica, por tanto, no parecen deberse a la velocidad articulatoria, sino que se explicarían por variables relacionadas con la representación semántica de cada categoría, el mejor acceso a las etiquetas verbales de los ítems en función de la categoría o la capacidad de recuerdo de los ítems en un período corto de tiempo (Capitani et al., 1999; Kimura, Saucier & Matuk, 1996).

1.2. Diferencias entre sexos en memoria.

En el estudio de las diferencias entre sexos en el rendimiento neuropsicológico la memoria se incluye con menor frecuencia que otras funciones cognitivas. Esto podría deberse a que en la memoria influyen otras habilidades, lo cual dificulta la obtención de resultados consistentes (Stumpf, 1995). En la codificación y recuperación de la información participan funciones como la percepción, la atención, el lenguaje y las funciones ejecutivas. Puesto que, como ya

se ha visto, las mujeres poseen mejores habilidades verbales y los hombres mejores habilidades visoespaciales, cabría esperar una ventaja femenina en memoria verbal y una ventaja masculina en memoria visual y en memoria visoespacial. Sin embargo, los hallazgos no siempre van en esta dirección y varían en función del material y del tipo de tarea utilizada. A continuación se exponen los principales hallazgos al respecto, organizados en función del tipo de material a memorizar.

1.2.1. Diferencias entre sexos en memoria para material verbal.

Por lo que respecta a la memoria para material verbal, las investigaciones acerca de las diferencias entre sexos en memoria a corto plazo y memoria de trabajo arrojan resultados poco consistentes. Algunos trabajos no evidencian diferencias entre sexos en el almacenamiento pasivo, limitado en volumen y tiempo, propio de la memoria a corto plazo, ni en la manipulación de la información necesaria para ejecutar tareas de memoria de trabajo (Halpern, 2000; Kramer, 1997; Herlitz, Nilsson & Backman, 1997; Herlitz, Airaksinen & Nostrom, 1999). Sin embargo, otros trabajos sí las evidencian, pero en unos casos aparece una ventaja femenina (Duff & Hampson, 2001; Herlitz & Yonker, 2002; Huang, 1993; Jensen, 1988) y en otros una ventaja masculina (Otero, Rodríguez y Andrade, 2009; Pinto, 2004).

En cuanto a la memoria a largo plazo, en los estudios realizados no se han observado diferencias entre sexos en memoria semántica (Herlitz et al., 1997). Sin embargo, en memoria episódica las mujeres presentan un mejor rendimiento que los hombres. Así, se observa que las mujeres suelen recordar mejor que los hombres listas de palabras o párrafos de textos (Basso et al., 2000; Berenbaum, Baxter, Seidenberg & Hermann, 1997; Chipman & Kimura, 1998; Geffen, Moar,

O'Hanlon, Clark & Geffen, 1990; Hart & O'Shanick, 1993; Otero et al., 2009; Trahan & Quintana, 1990).

Una de las primeras hipótesis explicativas que se planteó para esta ventaja femenina en el recuerdo de listas de palabras proponía que uno y otro sexo usan distintas estrategias para el procesamiento de la información, y que la mayor facilidad de las mujeres para crear la imagen mental de una palabra podría estar influyendo en su ventaja para el aprendizaje verbal. Si esto fuese así, estas diferencias estarían ausentes en tareas en las que se utilizasen palabras abstractas, más difíciles de visualizar mediante una imagen mental. Para comprobarlo, se realizó un estudio en el que se comparó el rendimiento en memoria verbal para palabras concretas y abstractas de hombres y mujeres (Kimura & Clarke, 2002). Se observó que ante palabras abstractas el rendimiento era peor tanto en hombres como en mujeres, pero el rendimiento femenino seguía siendo superior al masculino en la misma proporción que en la memorización de palabras concretas. Estos resultados no darían apoyo a la hipótesis inicialmente planteada y confirmarían una ventaja femenina para el recuerdo de listas de palabras basada en una mayor capacidad de aprendizaje y retención de información verbal.

1.2.2. Diferencias entre sexos en memoria para material visual.

La investigación acerca de las diferencias entre sexos en el recuerdo de material presentado visualmente abarca un mayor número de estudios. Por una parte, los estudios que utilizan tareas de recuerdo visual de objetos muestran una ventaja femenina (McGivern et al., 1997; Otero et al., 2009; Postma & De Hann, 1996; Postma, Izendoorn & De Hann, 1998). También se ha planteado como hipótesis explicativa el hecho de que uno y otro sexo usen distintas estrategias para el procesamiento de la información. Así, la utilización por parte de las mujeres de

estrategias verbales que favorecen el procesamiento de la información visual podría ser responsable de su ventaja respecto a los hombres (Capitani, Laiacona & Ciceri, 1991; Harschman et al., 1983; Galea & Kimura, 1993; Chipman & Kimura, 1998). De hecho, en un estudio con niños, se comprobó que las niñas eran superiores en el recuerdo de imágenes por su nombre, sin embargo, no había diferencias en el recuerdo cuando se les requería que dibujasen esos mismos objetos (McGuinness, Olson & Chapman, 1990). Sin embargo, en un estudio en el que se sometió a prueba esta hipótesis mediante la presentación de objetos concretos y objetos abstractos, se confirmó que en ambos casos, las mujeres obtenían un mejor recuerdo que los hombres (McGivern et al., 1998).

Otra de las hipótesis planteadas para explicar las diferencias entre sexos en el recuerdo de objetos se basa en la familiaridad de los objetos presentados. Así, se ha encontrado una ventaja femenina en el recuerdo de objetos usados con mayor frecuencia por las mujeres, mientras que no se han observado diferencias entre sexos en el recuerdo de objetos usados con mayor frecuencia por los hombres (McGivern et al., 1997).

Por lo que respecta al recuerdo de caras, se ha observado un mejor rendimiento en las mujeres que en los hombres (Guillem & Mograss, 2005), si bien algunos autores han encontrado que la ventaja femenina se presenta ante rostros femeninos, pero no ante rostros masculinos (Lewin & Herlitz, 2002).

Cuando en las tareas de memoria visual se incluye un componente espacial, las diferencias entre sexos son menos claras. Existen trabajos que observan una ventaja femenina, mientras que otros muestran una ventaja masculina, lo cual podría explicarse por el hecho de que la memoria espacial incluye varios componentes diferenciados. Así, dentro de esta categoría se puede incluir la

memoria de localización de objetos, que a su vez mide diferentes aspectos, tales como el recuerdo de las posiciones exactas que configuran la distribución espacial del conjunto independientemente del objeto que ocupa cada una, el recuerdo de qué objeto ocupa cada posición y la integración de ambos tipos de información, esto es, la asignación de cada objeto concreto a su posición original. También las tareas de aprendizaje de rutas miden memoria espacial, valorando habilidades como el recuerdo de las distancias, la orientación espacial o el recuerdo de los detalles que conforman la ruta. En función del componente concreto de la memoria espacial que se mida, se puede observar una ventaja masculina o una ventaja femenina.

La memoria de localización de objetos se puede valorar a través del recuerdo de la localización y/o disposición de una serie de objetos en una superficie o espacio. En este tipo de tareas, las diferencias entre sexos dependen de las variables que se consideran para valorar el rendimiento. Así, las mujeres recuerdan mejor la posición original de cada objeto o reconocen cuáles de ellos han sido cambiados de posición (Eals & Silverman, 1994; McBurney, Gaulin, Devineni & Adams, 1997), mientras que los hombres recuerdan con mayor exactitud la distancia relativa entre los objetos y el tamaño de la distribución global de los mismos (Postma, Jager, Kessels, Koppeschaar & van Honk, 2004; Voyer et al, 2007).

Postma y colaboradores (Postma & De Hann, 1996; Postma, Izendoorn & De Hann, 1998) diseñaron una tarea, basada en el recuerdo de una composición de objetos, en la que se ponían en juego todas las variables implicadas en la memoria de localización. Observaron que los hombres rendían mejor que las mujeres en el recuerdo de las posiciones, sin tener en cuenta los objetos que las ocupaban, mientras que no observaron diferencias en los demás componentes estudiados.

En un estudio posterior Iachini y colaboradores (2005) utilizaron una tarea similar añadiendo un componente tridimensional, con el objetivo de medir la memoria de localización de objetos de manera más ecológica. Los autores observaron que la distribución general de los objetos en el espacio era recordada mejor por los hombres que por las mujeres. Además, también encontraron una superioridad masculina en el recuerdo de las relaciones espaciales entre los objetos, en términos de distancias métricas entre los mismos. Sin embargo, no encontraron la superioridad femenina esperada en el recuerdo de los objetos que configuraban la distribución ni en el recuerdo de relaciones categóricas entre ellos, esto es, la posición relativa entre pares de objetos en términos de derecha-izquierda. Con respecto a estos resultados, los autores argumentan que se podrían explicar por la existencia de un efecto techo en la tarea, puesto que el bajo número de objetos empleados hizo que fuera fácil de recordar tanto para hombres como para mujeres.

Voyer y colaboradores (2007) realizaron un metaanálisis con el objetivo de cuantificar las diferencias entre sexos en la memoria de localización de objetos. En los estudios incluidos en el análisis diferenciaron dos medidas, por un lado la memoria visual de objetos y, por otro, la memoria de localización espacial de objetos. Observaron que en la primera medida los resultados eran homogéneos, mostrando una clara ventaja femenina. En la segunda medida, sin embargo, los resultados dependían del tipo de objeto incluido en las tareas y de la puntuación considerada. Así, concluyeron que existe una ventaja femenina en la memoria de localización espacial de objetos comunes y de figuras geométricas, mientras que existe una ventaja masculina en el recuerdo de la localización de objetos que usan con mayor frecuencia los hombres. Además, observaron diferentes resultados en función de la puntuación considerada, de manera que se observa una ventaja

femenina cuando se valoran la precisión y la rapidez, mientras que se observa una ventaja masculina cuando se valora el recuerdo de las distancias entre los objetos.

Otro componente de la memoria espacial lo constituye el aprendizaje de rutas, bien sean reales o representadas en mapas. Por lo que respecta al aprendizaje de una ruta real las mujeres suelen utilizar como referentes lugares comunes o conocidos, es decir estructuras específicas a lo largo de la ruta, tales como un edificio determinado, un puente o una característica natural. Los hombres, por su parte, recurren a la utilización de pistas de tipo geométrico y las direcciones cardinales (Ward, Newcombe & Overton, 1986; Choi & Silverman, 2002). Además, también se observa que las mujeres utilizan con mayor frecuencia que los hombres la verbalización de la información para orientarse, guiarse y recordar las rutas. Así, en una investigación llevada a cabo por Saucier y colaboradores (2003) se encontró que cuando en una tarea de navegación se introducían interferencias de tipo articulatorio y espacial, el rendimiento de las mujeres se veía perjudicado por la interferencia articulatoria.

Cuando se trata del aprendizaje de una ruta en un mapa las diferencias entre hombres y mujeres se mantienen, puesto que los hombres cometen menos errores y aprenden una ruta tras menos ensayos de aprendizaje. Además, retienen más información del mapa en forma de distancias y direcciones cardinales, mientras que las mujeres recuerdan más los lugares conocidos y los nombres de las calles (Galea & Kimura, 1993).

En resumen, con respecto a las diferencias entre sexos en memoria, se puede decir que si bien se ha atribuido en general a las mujeres una ventaja respecto de los hombres en memoria, tanto para material verbal como visual, lo cierto es que en determinados tipos de tareas las diferencias entre sexos no están

bien establecidas, como es el caso de la memoria de trabajo para material verbal. Además se observa claramente que en cuanto a la memoria visoespacial, la superioridad de uno u otro sexo va a depender del componente espacial que se mida, obteniendo los hombres un mejor resultado en el recuerdo de información puramente espacial, y las mujeres en la integración de información visual y espacial.

2. LAS HORMONAS SEXUALES Y EL RENDIMIENTO NEUROPSICOLÓGICO

Como hemos visto hasta el momento, en la literatura se han descrito diferencias entre sexos en numerosas medidas neuropsicológicas. La constatación de estas diferencias lleva a plantear la cuestión de cuáles son los factores con los que se relacionan. Distintos tipos de evidencia sugieren que, al menos en parte, las diferencias en los patrones de rendimiento neuropsicológico entre hombres y mujeres pueden estar causadas por factores de tipo biológico: su universalidad o presencia en distintas culturas (Ellis et al., 2008); su presencia en otros primates (Vauclair, Fagot & Hopkins, 1993); la inversión del patrón de rendimiento neuropsicológico en pacientes con alteraciones genéticas que provocan un desarrollo fenotípico propio del sexo opuesto (Imperato-McGinley, Pichardo, Gautier, Voyer & Bryden, 1991; Ross, Roeltgen & Zinn, 2006); o el hecho de que existan diferencias anatómicas y funcionales entre el cerebro masculino y el cerebro femenino (Frederikse, Lu, Aylward, Barta & Pearlson, 1999; Gur et al., 1999; Murphy et al., 1996).

Entre los factores biológicos que pueden estar implicados en el desarrollo de estas diferencias, las hormonas sexuales jugarían un importante papel, puesto que representan uno de los factores biológicos que más se diferencian entre sexos

y, además, presentan variaciones interindividuales dentro de cada sexo. Por un lado, el desarrollo neural de hombres y mujeres tiene lugar en diferentes ambientes hormonales, por lo que los niveles prenatales de las hormonas sexuales se relacionarían con las diferencias neuropsicológicas entre sexos, y numerosos trabajos así lo han evidenciado (Berenbaum, Korman & Leveroni, 1995; Hampson, Rovet & Altmann, 1998; Sanders, Bereczki, Csatho & Manning, 2000). Por otro lado, también las fluctuaciones hormonales que ocurren de forma diferente en hombres y mujeres a lo largo del ciclo vital, ya sea por las fluctuaciones naturales normales, o bien debidas a determinadas patologías o por la administración de tratamientos hormonales, se han relacionado con cambios en el rendimiento neuropsicológico (Hampson, 1990a, b; Kimura & Hampson, 1994; Moffat & Hampson, 1996). A continuación se exponen las evidencias acerca de ambos tipos de efectos de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico.

2.1. Efectos organizadores de las hormonas sexuales sobre el cerebro y el rendimiento neuropsicológico.

Las hormonas sexuales afectan al desarrollo cerebral desde la etapa prenatal, ejerciendo los llamados *efectos organizadores* (Arnold et al., 2004; Becker, Breedlove & Crews, 1993; Collaer & Hines, 1995; Slabbekorn, van Goozen, Megens, Gooren & Cohen-Kettenis, 1999; Kelly, Ostrowski & Wilson, 1999; Sanders et al., 2002). En relación con ellos se desarrollan toda una serie de diferencias cerebrales entre hombres y mujeres, a nivel anatómico y funcional, que una amplia línea de investigación ha puesto de manifiesto.

2.1.1. Diferencias anatómicas y funcionales entre el cerebro masculino y el cerebro femenino.

A nivel anatómico se observan diferencias entre sexos en el tamaño cerebral, apreciándose un mayor tamaño del cerebro masculino en comparación con el femenino (Ankney, 1992). Si bien algunos autores argumentan que estas diferencias se deben al mayor tamaño corporal de los hombres (Gould, 1981; Lewontin, Rose & Kamin, 1984), el cerebro masculino seguiría presentando un tamaño entre un 10% y un 15% mayor que el femenino, aun cuando se realicen correcciones para el tamaño corporal (Ankney, 1992; Rushton, 1992; Rushton, 1994; Gur et al., 1991; Harvey, Persaud, Ron, Baker & Murray, 1994; Willerman et al., 1991). Si se atiende a la composición del tejido cerebral también se observan diferencias, ya que el cerebro masculino presenta un mayor porcentaje de materia blanca en comparación con la materia gris, mientras que el cerebro femenino presenta un mayor porcentaje de materia gris (Filipek, Richelme, Kennedy & Caviness, 1994; Gur et al., 1999).

Respecto de los haces de fibras de conexión se observa que la comisura anterior y la adherencia intertalámica presentan un mayor tamaño en mujeres (Allen & Gorski, 1990; Swaab, Chung, Kruijver, Hofman & Ishunina, 2001), y para el cuerpo calloso, las diferencias dependen de la parte que se considere. Así, la rodilla parece ser mayor en los hombres, (Allen et al., 1991; Witelson, 1989), mientras que el esplenio es mayor en las mujeres (Habib et al., 1991; Steinmetz, Staiger, Schlaug, Huang & Jäncke, 1992; Witelson, 1989).

Por otra parte, existen diferencias entre sexos en el tamaño de diversas estructuras cerebrales, corticales y subcorticales. Los hombres presentan un mayor tamaño del lóbulo parietal inferior (Frederikse et al., 1999), hipotálamo (Allen et al., 1989; Goldstein et al., 2001; Swaab & Fliers, 1985; Zhou, Hofman, Gooren & Swaab, 1995), globo pálido y putamen (Giedd et al., 1996). Por su parte, las

mujeres presentan un mayor tamaño del giro temporal transversal anterior (Rademacher, Morosan, Schleider, Freund & Zilles, 2001), giro temporal superior (Schlaepfer et al., 1995), córtex prefrontal dorsolateral (Schlaepfer et al., 1995) y córtex orbitofrontal (Goldstein et al., 2001; Gur, Gunning-Dixon, Bilker & Gur, 2002), así como un mayor hipocampo (Filipek, Richelme, Kennedy & Caviness, 1994; Giedd et al., 1996; Murphy et al., 1996; Szabó et al., 2003), núcleo caudado (Filipek et al., 1994; Murphy et al., 1996; Szabó et al., 2003) y tálamo (Murphy et al., 1996; Szabó et al., 2003). En otras estructuras, tal como la amígdala, los resultados son contradictorios (Giedd et al., 1996; Goldstein et al., 2001; Szabó et al., 2003).

Las diferencias cerebrales entre sexos a nivel anatómico también se aprecian en el tamaño relativo de las estructuras de uno y otro hemisferio, ya que existe una asimetría en el tamaño de ambos hemisferios únicamente en hombres, siendo mayor su hemisferio derecho que el izquierdo (Rodié, 2002; Yucel, 2001). Además, los hombres presentan un mayor tamaño del lóbulo parietal inferior y del planum temporal en el hemisferio izquierdo (Frederikse et al., 1999; Kulynych, Vladar, Jones & Weinberger, 1994), mientras presentan un mayor tamaño del hipocampo en el hemisferio derecho (Fukuzaku et al., 1997). Las mujeres, por su parte, presentan una asimetría de tamaño en el lóbulo frontal, observándose una mayor densidad de materia blanca en el lóbulo frontal izquierdo (Szeszko et al., 2003).

En el plano funcional también se han puesto de manifiesto la existencia de dimorfismos sexuales, destacando los hallazgos respecto de una marcada asimetría cerebral funcional en el hombre en comparación con la mujer. En varones se observa una especialización del hemisferio derecho para las habilidades espaciales

y del hemisferio izquierdo para el lenguaje, mientras que en las mujeres el lenguaje está menos lateralizado y más distribuido entre ambos hemisferios (Baxter et al., 2003; Clements et al., 2006).

Pero las diferencias entre sexos en la activación cerebral no se limitan a la organización interhemisférica, sino que también se observan en los patrones de activación intrahemisférica, tanto en estado de reposo (Gur et al., 1995; Li et al., 2004; Kawachi et al., 2002) como durante la realización de tareas. En este último caso se ha observado que ante tareas de rotación mental, los hombres muestran una mayor activación parietal, mientras que las mujeres muestran una mayor activación frontal (Weiss et al., 2003); y durante la realización de tareas de memoria verbal episódica las mujeres presentan una mayor activación en regiones temporales mediales en comparación con los hombres (Ragland, Coleman, Gur, Glahn & Gur, 2000).

A otro nivel, las diferencias funcionales entre el cerebro masculino y el cerebro femenino también se hacen evidentes ante la diferente prevalencia de determinados trastornos neuropsicológicos en hombres y mujeres. A este respecto destacan los estudios en relación con la afasia, cuya incidencia es mayor en hombres que en mujeres (Villodre Campos & Morant Gimeno, 2006). Estos estudios ponen de manifiesto que las lesiones que provocan una afasia suelen ser más anteriores en mujeres y más posteriores en hombres, lo cual sugiere que el lenguaje se localizaría en áreas más anteriores para las mujeres (Kimura 1983, 1984). También se observa que las mujeres con lesiones en el hemisferio izquierdo presentan un menor déficit lingüístico que los hombres con lesiones similares y, además, determinados trastornos del desarrollo como la dislexia o el autismo, son más frecuentes en niños que en niñas (Gil-Verona et al., 2002).

Las diferencias entre el cerebro masculino y el cerebro femenino que hasta aquí se han descrito ponen de manifiesto los efectos organizadores de las hormonas sexuales durante el período de desarrollo prenatal. En relación con ello se podría esperar un efecto de los niveles prenatales de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico durante la edad adulta. De hecho, diferentes líneas de investigación evidencian esta relación, poniendo de manifiesto los efectos de las hormonas prenatales sobre el rendimiento neuropsicológico.

2.1.2. Evidencias acerca de la influencia de los efectos organizadores de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico.

La evidencia empírica acerca de los efectos organizadores de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico viene dada por varias líneas de investigación. Si bien la investigación animal proporciona la oportunidad de manipular los niveles hormonales prenatales y observar sus consecuencias, estas prácticas no pueden ser llevadas a cabo en humanos. Por ello la investigación en este caso se ha centrado en el estudio de individuos que han estado expuestos a niveles anormales de hormonas en períodos tempranos de desarrollo, o bien en el análisis de las relaciones entre marcadores físicos de los niveles de hormonas prenatales y el rendimiento neuropsicológico.

En el primer caso, una de las enfermedades endocrinas tempranas que se ha estudiado es la Hiperplasia Adrenal Congénita (CAH). Esta es una enfermedad de tipo genético que provoca la exposición fetal a niveles elevados de andrógenos desde el tercer mes de embarazo y consecuentemente alteraciones físicas, más visibles en niñas, como la presencia de genitales ambiguos o una menarquía tardía o ausente (Kelso, Nicholls, Warne & Zacharin, 2000). A nivel conductual se ha observado que, durante la infancia, las niñas con CAH desarrollan juegos típicos de

los niños, así como un mayor grado de agresividad. En la adolescencia muestran un menor interés por el sexo opuesto, y este suele retrasarse más de lo normal o no presentarse nunca (White & Speiser, 2000). En el plano neuropsicológico se observa que el patrón de ejecución de las niñas con CAH se acerca más al patrón masculino, es decir, muestran un peor rendimiento en tareas verbales (Nass & Baker, 1991) o en tareas de motricidad fina (Collaer et al., 2009) y una mejor ejecución en tareas espaciales (Hampson, Rovet & Altmann, 1998; Nass & Baker, 1991; Resnick, Berenbaum, Gottesman & Bouchard, 1986).

Otro trastorno que provoca niveles de hormonas prenatales anormales es el Síndrome de Turner. Es un trastorno genético que se da casi exclusivamente en niñas, por una pérdida de material en el cromosoma X, que entre otras consecuencias provoca que los ovarios no se desarrollen correctamente, lo cual lleva a una baja producción de estrógenos, viéndose también reducida la producción de andrógenos. Por lo que respecta a la conducta, los pacientes muestran cierta inmadurez de carácter y también falta de interés por el sexo opuesto y por asumir el rol de la maternidad. En el plano neuropsicológico se observa una peor ejecución de las mujeres con este síndrome, en comparación con las mujeres normales, en tareas espaciales, mientras se mantienen las tareas verbales (Ross, Roeltgen, Kushner, Wei & Zinn, 2000; Rovet, 2004).

Como hemos mencionado existe otra línea de investigación acerca de los efectos organizadores de las hormonas sexuales que se ha centrado en marcadores corporales de los niveles de hormonas prenatales. Esta línea surge a partir del hecho de que los niveles de andrógenos prenatales dan lugar a asimetrías corporales y cerebrales, marcadores que se relacionarían con el patrón de funcionamiento cognitivo (Sanders et al., 2002). Entre otras, se ha estudiado la

razón de longitud entre el segundo y el cuarto dedo (2D:4D), que es menor en hombres que en mujeres, ya que correlaciona negativamente con los niveles de testosterona y positivamente con los niveles de estrógenos prenatales (Manning, 1998; Sanders et al., 2002). Por ello, se ha tratado de relacionar esta medida con el rendimiento neuropsicológico, fundamentalmente en habilidades espaciales. Los resultados en esta línea de investigación no son del todo consistentes y, si bien algunos de los hallazgos apuntan a una relación negativa entre el rendimiento espacial y la razón 2D:4D, el tamaño de esa correlación es pequeño (Putz, McDaniel, Jordan & Breedlove, 2008). Entre los motivos a los que se atribuye esta falta de consistencia se encuentran la influencia de los niveles adultos de hormonas sexuales sobre el rendimiento espacial, así como la posibilidad de que la diferenciación sexual de los sistemas neurales subyacentes a las habilidades espaciales sea posterior a la diferenciación de la razón 2D:4D (Putz, Gaulin, Sporter & McBurney, 2004; van Anders & Hampson, 2005).

Como hemos indicado, el cerebro del hombre y el cerebro de la mujer se desarrollan bajo condiciones hormonales diferentes, lo que provoca un desarrollo diferenciado de ciertas estructuras y funciones cerebrales. Además, las hormonas sexuales presentes en el desarrollo prenatal también parecen influir en el desarrollo neuropsicológico posterior. Pero los efectos de las hormonas sexuales sobre el cerebro y sobre el rendimiento neuropsicológico no se limitan a esta etapa del desarrollo, ya que al llegar a la adolescencia los niveles de las hormonas sexuales aumentan, en relación con la maduración sexual del organismo. Los andrógenos en los hombres y los estrógenos en las mujeres intervienen en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y en la maduración de la fertilidad. Además, activan aquellas estructuras neurales organizadas durante el período prenatal, lo

que se conoce como los *efectos activadores* de las hormonas sexuales (Sanders et al., 2002) que describimos a continuación.

2.2. Efectos activadores de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico.

Para evaluar los efectos activadores de las hormonas gonadales sobre el rendimiento neuropsicológico se han llevado a cabo diversos planteamientos empíricos. Entre ellos, una estrategia utilizada ha sido la evaluación de la influencia de los tratamientos hormonales sobre el rendimiento cognitivo. Principalmente se ha estudiado su influencia en transexuales, quienes reciben grandes dosis de hormonas durante el proceso de cambio de sexo, y en personas mayores, quienes sufren una importante disminución de los niveles hormonales y pueden necesitar de la administración de terapias de reemplazo. Sin embargo, quizás sea el estudio de las variaciones naturales de los niveles de hormonas sexuales en sujetos jóvenes y sanos el planteamiento que proporciona las condiciones óptimas para valorar los efectos de las hormonas sexuales sobre el funcionamiento neuropsicológico. En este tipo de estudios, se intenta comprobar si, dentro de un mismo sexo, el funcionamiento neuropsicológico varía de forma paralela a los cambios que se producen en los niveles hormonales, sin la presencia de otras variables de relevancia neuropsicológica tal como el envejecimiento.

A continuación se exponen los principales hallazgos en el marco de estas tres perspectivas de investigación. En particular nos detendremos en la última mencionada, dedicándole de forma específica un apartado posterior, ya que es la línea de investigación en la que se enmarca el presente trabajo.

2.2.1. Influencia de las variaciones hormonales en transexuales sobre el funcionamiento neuropsicológico.

La transexualidad es definida como una incongruencia entre el sexo biológico y la identidad de género (American Psychiatric Association, 2000). Los sujetos transexuales siguen intensos tratamientos hormonales antes de ser sometidos a una intervención quirúrgica de cambio de sexo. De esta manera, las mujeres transexuales son tratadas con antiandrógenos en combinación con estrógenos durante el proceso de cambio de sexo de hombre a mujer, mientras que los hombres transexuales son tratados con terapia androgénica durante el cambio de sexo de mujer a hombre (Gómez-Gil & Esteva de Antonio, 2006). Los niveles de hormonas sexuales de los transexuales antes del tratamiento hormonal no difieren de los niveles hormonales de las personas de su mismo sexo biológico. Sin embargo, después de tres meses de tratamiento, los niveles hormonales de los transexuales ya se encuentran en el rango normal del sexo opuesto (Meyer et al., 1986). Estos tratamientos, por tanto, proporcionan una situación de grandes cambios hormonales en un mismo sujeto, lo que facilita el estudio de posibles cambios neuropsicológicos asociados a esas variaciones hormonales.

Se ha observado que bajo la influencia de la administración de testosterona, los hombres transexuales mejoran su rendimiento en tareas visoespaciales, mientras que empeoran en fluidez verbal. Por el contrario, después de tres meses de tratamiento con antiandrógenos y estrógenos, las mujeres transexuales puntúan más alto en fluidez verbal, mientras que su habilidad espacial se ve deteriorada en comparación con la ejecución antes del tratamiento (Van-Goozen, Cohen-Kettenis, Gooren, Frijda & Van de Poll, 1994, 1995). Sin embargo, hay autores que no observaron cambios en fluidez verbal o en rendimiento espacial en mujeres transexuales tras el tratamiento hormonal (Miles et al., 1998; Slabbekorn et al., 1999)

Por lo que respecta a la memoria, Gómez-Gil y colaboradores (2009) observaron una mejora en el rendimiento en tareas de memoria visual, tal como el Test de Copia de una Figura Compleja, de un grupo de hombres transexuales tras el tratamiento con andrógenos. Por su parte, Miles y colaboradores (1998) observaron que las mujeres transexuales mejoraban su rendimiento en tareas de aprendizaje verbal, tal como el subtest de pares asociados de la Escala de Memoria de Wechsler-III (WMS-III) tras el tratamiento con estrógenos, pero no en otras pruebas de memoria, como el subtest de dígitos de la WMS-III. Sin embargo, estos mismos autores no lograron replicar sus resultados posteriormente (Miles, Green & Hines, 2006). Tampoco en otro estudio con mujeres transexuales se observó que tras el tratamiento con estrógenos presentaran diferencias en memoria verbal con respecto a hombres no transexuales (Wisniewski, Prendeville & Dobs, 2005).

En conjunto, estos estudios sugieren que el tratamiento hormonal en transexuales podría modificar algunas funciones neuropsicológicas. En concreto, el tratamiento con andrógenos parece mejorar el rendimiento neuropsicológico en tareas con ventaja masculina, mientras que el tratamiento con estrógenos en combinación con antiandrógenos mejoraría el rendimiento en las tareas neuropsicológicas con ventaja femenina. Sin embargo, dado el escaso número de trabajos al respecto, estos resultados deben tomarse con cautela y necesitan ser replicados.

2.2.2 Influencia de las variaciones hormonales asociadas a la edad sobre el funcionamiento neuropsicológico.

Con la edad los niveles de hormonas sexuales tienden a disminuir, decayendo en los hombres los niveles de testosterona, mientras que en las mujeres, asociado al cese del ciclo menstrual, se produce una importante reducción en los

niveles de estrógenos. Por ello en ocasiones se hace necesaria la administración de terapias de reemplazo hormonal. Tanto la disminución de los niveles de hormonas sexuales como la aplicación de este tipo de tratamientos, permiten estudiar las repercusiones que los distintos niveles hormonales pueden tener en el funcionamiento neuropsicológico.

Por lo que respecta a los hombres, se ha constatado en algunos trabajos que altos niveles de testosterona en la vejez se relacionan con un mejor rendimiento cognitivo, sobre todo en memoria (Barret-Connor, Goodman-Gruen & Patay, 1999; Beauchet, 2006; Carlson, 2000; Moffat et al., 2002; Muller, Aleman, Grobbee, de Hann & van der Schow, 2005; Yaffe, Lui, Zmuda & Cauley, 2002; Yaffe et al., 2007). Relacionado con este hallazgo también se ha observado que tras la administración de testosterona en la vejez se produce un mejor rendimiento tanto en tareas de memoria verbal, como espacial y de memoria de trabajo (Cherrier et al., 2001; Gruenewald & Matsumoto, 2003; Janowsky, Chavez & Orwoll, 2000). Frente a estos resultados sobre los niveles de testosterona y el rendimiento neuropsicológico, la investigación acerca de la relación entre estrógenos y el rendimiento cognitivo en hombres durante la vejez arroja resultados menos esclarecedores, si bien se ha observado un mayor riesgo de deterioro cognitivo en aquellos con altos niveles de estrógenos (Geerlings et al., 2006; Irie et al., 2006; Muller, van den Beld, Grobbee, Jong & Lamberts, 2009; Ravaglia et al., 2007).

Por lo que se refiere a las mujeres durante la etapa posterior a la menopausia, distintos estudios han encontrado que altos niveles endógenos de estradiol se relacionan con mejor memoria verbal y menor susceptibilidad a la interferencia, mientras que bajos niveles de estas hormonas se relacionan con mejor memoria visual (Carlson, 2000; Drake et al., 2000; Wolf & Kirschbaum, 2001;

Yaffe et al., 2007). Por lo que respecta a la testosterona, durante la menopausia los niveles elevados se han relacionado con mejor fluidez verbal (Drake et al., 2000). Por otra parte, algunos trabajos muestran que altos niveles de estrógenos endógenos durante esta etapa se relacionan con una menor probabilidad de sufrir deterioro cognitivo (Lebrun et al., 2005), si bien en otros trabajos se observa lo contrario (Ravaglia et al., 2007). Por ello, el efecto neuroprotector de los estrógenos endógenos en la vejez no está del todo claro.

Existe un amplio número de publicaciones que estudian los efectos de la terapia de reemplazo hormonal con estrógenos en el rendimiento cognitivo. Los metaanálisis realizados en esta línea ponen de manifiesto un efecto positivo de la terapia de reemplazo hormonal en mujeres posmenopáusicas sobre el razonamiento abstracto, procesamiento de la información, memoria verbal, atención y velocidad motora (Hogervost, Williams, Budge, Riedel & Jolles; 2000; Hogervost et al., 2002; LeBlanc, Janowsky, Chan & Nelson, 2001). Sin embargo, hay trabajos que ponen de manifiesto lo contrario, mostrando las mujeres que reciben un tratamiento de reemplazo hormonal mayor riesgo de desarrollar demencia (Lethaby, Hogervost, Richards, Yesufu & Yaffe, 2008; Rapp et al., 2003; Shumaker et al., 2003). Por ello, el papel de la terapia de reemplazo hormonal en la prevención del deterioro cognitivo aún está a día de hoy por determinar.

En relación con esta disparidad de resultados en la literatura, Verghese y colaboradores (2000) postulan que las mujeres con menopausia natural siguen teniendo ciertos niveles de estrógenos residuales que pueden estar afectando a su funcionamiento cognitivo, por lo que los estudios sobre la relación entre hormonas y rendimiento neuropsicológico con este tipo de mujeres pueden no ser del todo fiables. Ellos proponen estudiar los efectos de la disminución de los niveles de

estrógenos en mujeres con menopausia quirúrgica, en las que el cese de producción hormonal está mejor definido en el tiempo. Estos autores llevaron a cabo un trabajo en el que compararon la ejecución de un grupo de mujeres con menopausia quirúrgica bajo tratamiento con estrógenos y un grupo de mujeres de las mismas características sin tratamiento hormonal. Observaron que el grupo con tratamiento rindió mejor en tareas de memoria verbal y en tareas visoconstructivas.

Los resultados comentados sugieren que los niveles endógenos de hormonas sexuales durante la vejez pueden ejercer un importante papel en el mantenimiento de la función cognitiva y en la prevención del deterioro cognitivo asociado a la edad. Sin embargo, el efecto de la terapia de reemplazo hormonal sobre el funcionamiento cognitivo no está totalmente determinado en la actualidad. Si bien actualmente se utilizan este tipo de terapias para la prevención y el tratamiento sintomático del deterioro cognitivo, es necesaria una mayor investigación respecto del tipo de terapia y de administración que mejor puede funcionar.

3. INFLUENCIA DE LOS CICLOS NATURALES DE LAS HORMONAS SEXUALES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO NEUROPSICOLÓGICO.

Es indudable que los datos que acabamos de presentar son importantes para poner de manifiesto la influencia sobre el rendimiento neuropsicológico de los cambios hormonales asociados a la edad y de la administración hormonal con fines terapéuticos. Sin embargo los datos acerca de la influencia sobre el funcionamiento neuropsicológico que tienen los cambios naturales en los niveles hormonales endógenos de personas jóvenes y sanas son de especial relevancia, ya que proporcionan unas condiciones óptimas para valorar el efecto de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico.

Los niveles de hormonas sexuales en la vida adulta no se mantienen constantes, así por ejemplo las hormonas masculinas sufren variaciones estacionales y diurnas. Según el ciclo diurno los niveles de testosterona son mayores por la mañana y menores por la tarde, y de acuerdo al ciclo estacional, los niveles son mayores en otoño y menores en primavera. Los niveles medios de testosterona en hombres se mantienen entre 300-1000 ng/dl en sangre, y en mujeres entre 30-70 ng/dl (Erlanger, Kutner & Jacobs, 1999).

El estudio de la influencia de estos ciclos naturales de la testosterona sobre el rendimiento neuropsicológico se ha centrado en analizar el rendimiento en tareas espaciales, siendo los resultados al respecto poco consistentes. Puesto que el rendimiento de los hombres es mejor que el de las mujeres en este tipo de tareas cabe esperar que éste mejore ante niveles altos de testosterona. Sin embargo, se ha observado que la relación entre el rendimiento en tareas espaciales y los niveles de testosterona no es lineal, sino que sigue una trayectoria en forma de U invertida. De esta manera, parece existir un nivel óptimo de testosterona para el rendimiento en habilidad espacial, el cual estaría por debajo del nivel medio de testosterona en hombres y por encima del nivel medio en mujeres (Kimura & Hampson, 1994). Así, se ha observado que la ejecución espacial en hombres mejora en primavera en relación al otoño (Kimura & Hampson, 1994; Kimura & Toussaint, 1991) y hacia la tarde en relación con la mañana (Moffat & Hampson, 1996), cuando los niveles de testosterona son más bajos y se acercan a ese nivel óptimo. Estos resultados, sin embargo, están en contradicción con los de otros trabajos que encuentran una relación positiva entre los niveles endógenos de andrógenos y el rendimiento espacial (Burkitt, Widman & Saucier, 2007; Christiansen & Knussman, 1987), o los de aquellos que no encuentran variaciones en el rendimiento espacial en

relación con los niveles de testosterona (Falter, Arroyo & Davis 2006; Kampen & Sherwin, 1996).

En mujeres también fluctúan los niveles de hormonas sexuales, ya que tanto los niveles de hormonas gonadotropinas como los niveles de hormonas gonadales varían en función del ciclo menstrual (Figura 1).

Cada ciclo menstrual se inicia con la menstruación, que tiene una duración de entre 1 y 5 días, durante la cual los niveles de hormonas gonadales se mantienen bajos. Entre los días 6 y 12 del ciclo se desarrolla la fase folicular, durante la cual el hipotálamo estimula en la hipófisis la liberación de las hormonas gonadotropinas, la hormona foliculoestimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). Estas provocan el crecimiento de nuevos folículos en los ovarios, a la vez que se produce una secreción progresiva de estrógenos. Entre los días 13 y 15 del ciclo se produce la ovulación y se inicia la formación del cuerpo lúteo, el cual produce estrógenos, de manera que los niveles de estas hormonas alcanzan en esta fase sus mayores concentraciones. También en esta fase, los niveles de hormonas gonadotropinas aumentan, mientras que los niveles de progesterona se mantienen bajos. Entre los días 16 y 23 del ciclo tiene lugar la fase lútea, en la que la hipófisis aumenta la secreción de hormona LH, mientras que disminuye la producción de hormona FSH. La hormona LH promueve la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo, sin embargo, la secreción de estradiol disminuye. De esta manera, los niveles de progesterona y estradiol se igualan en esta fase del ciclo. Por último, entre los días 23 y 28 del ciclo tiene lugar la fase premenstrual, en la que, si no se produce la fecundación, tiene lugar una disminución en los niveles de estrógenos y progesterona, dando lugar a una nueva menstruación. Los niveles de estrógenos en sangre se encuentran entre los 30 pg/mL y los 50 pg/mL durante la menstruación,

alcanzan un máximo de 300 pg/mL durante la fase ovulatoria, y alcanzan un nuevo pico de entre 100 pg/mL y 150 pg/mL durante la fase lútea.

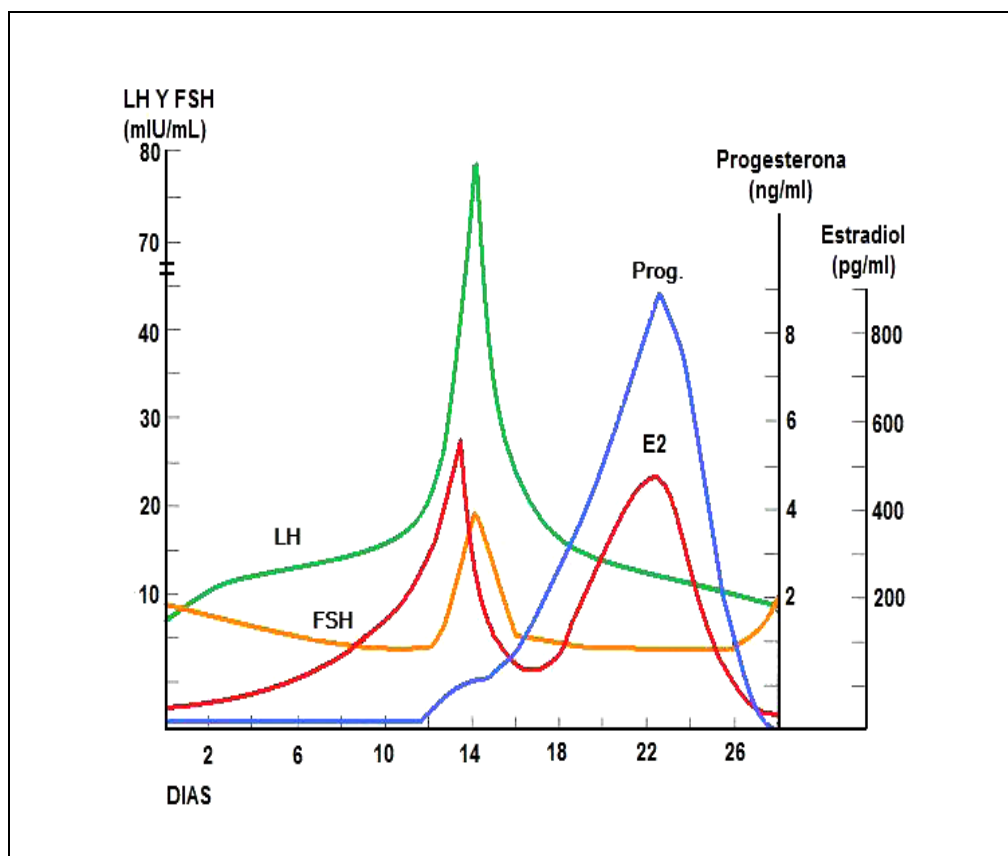


Figura 1. Niveles de Estradiol, Progesterona, FSH y LH en las distintas fases del ciclo menstrual.

El ciclo menstrual proporciona las condiciones óptimas para el estudio del rendimiento neuropsicológico ante distintos niveles de hormonas sexuales en mujeres. La investigación al respecto se ha centrado en analizar la influencia de estos cambios principalmente sobre aquellas tareas neuropsicológicas en las que se ha visto que hombres y mujeres obtienen un rendimiento diferente (Anexo 1). En uno de los primeros trabajos realizados en esta línea, Hampson (1990a) administró a un grupo de mujeres una serie de test neuropsicológicos en los que hombres y

mujeres obtienen un rendimiento diferente. Las pruebas fueron administradas en dos fases del ciclo, durante la fase menstrual, caracterizada por niveles bajos de estrógenos y progesterona, y durante la fase lútea media, en la que se dan niveles altos de estrógenos y progesterona. Hizo comparaciones tanto intraindividuales, puesto que todas las mujeres fueron evaluadas en las dos fases del ciclo mencionadas, como interindividuales, ya que en la primera sesión de evaluación un grupo de mujeres fue evaluado en fase menstrual mientras que otro grupo fue evaluado en fase lútea media. En ambos tipos de comparaciones se observó una mejor ejecución durante la fase lútea media en los test con ventaja femenina, estos, articulación verbal, movimientos motores finos, fluidez verbal y rapidez perceptiva, mientras que se dio una peor ejecución en los test de ventaja masculina, aquellos que miden habilidad espacial y razonamiento abstracto. Además, observó un efecto de la práctica significativo para la ejecución en tareas espaciales en aquellas mujeres que habían sido evaluadas primero en la fase menstrual, ya que se encontraban en las condiciones óptimas para su ejecución favoreciendo su aprendizaje. En un estudio posterior encontraron que estas diferencias neuropsicológicas entre distintas fases del ciclo menstrual se asociaban específicamente con fluctuaciones en los niveles de estrógenos y no de progesterona (Hampson, 1990b).

En otros trabajos sobre la influencia del ciclo menstrual en tareas con ventaja masculina, se ha encontrado también una mejor ejecución durante la fase menstrual. Utilizando tareas de rotación mental se ha observado que las mujeres obtienen mejor rendimiento en la fase menstrual y en la folicular que en la fase lútea media (Hausmann, Slabeekoor, Van Goozen, Cohen-Kettenis & Gutterkun, 2000; Maki, Rich & Rosenbaum, 2002; Silverman & Phillips, 1992). Además, se

observa que existe una relación positiva entre los niveles de testosterona y la rotación mental, mientras que con los estrógenos la relación es negativa y no existe relación con los niveles de progesterona o gonadotropinas (Hausmann et al., 2000).

Frente a estos resultados existen estudios que no encuentran variaciones en la ejecución en tareas espaciales a lo largo del ciclo menstrual (Gordon & Lee, 1993; Mordecai, Rubin & Maki, 2008; Mumenthaler, O'Hara, Taylor, Friedman & Yesavage, 2001; Rosenberg & Park, 2002). En algunos de estos trabajos, además, tampoco se encuentran diferencias en rotación mental entre mujeres con ciclo menstrual normal y mujeres que siguen un tratamiento con anticonceptivos, cuyos niveles hormonales se mantienen constantes a lo largo del ciclo (Rosenberg & Park, 2002), ni tampoco entre estos dos grupos y un tercer grupo de mujeres con amenorrea (Gordon & Lee, 1993).

Por lo que respecta a la influencia de las variaciones hormonales del ciclo menstrual sobre la ejecución en tareas con ventaja femenina, tales como habilidades verbales o movimientos motores finos, se ha comprobado que ésta mejora con niveles de estrógenos altos (Maki et al., 2002). En uno de los primeros estudios sobre el funcionamiento neuropsicológico durante el ciclo menstrual se encontró que las mujeres en fase preovulatoria obtenían una mejor ejecución en test de denominación y lectura de colores, que mujeres en tratamiento con anticonceptivos y hombres (Komnenich, Lane, Dickey & Stone, 1978). Sin embargo, otros autores no han encontrado variaciones en el rendimiento verbal a lo largo del ciclo menstrual (Mordecai et al., 2008).

Por tanto, distintas investigaciones sobre el rendimiento neuropsicológico durante el ciclo menstrual ponen de manifiesto que, durante las fases en las que los estrógenos son altos, como la fase folicular tardía o la lútea media, las mujeres

rinden mejor en tareas con ventaja femenina, mientras que en fases del ciclo con niveles hormonales bajos, como la fase menstrual, las mujeres rinden mejor en las tareas con ventaja masculina. A pesar de ser esta la tendencia más habitual, hay trabajos que no encuentran relación entre los cambios hormonales en el ciclo menstrual y el rendimiento cognitivo. Sherwin (1994) alude a la posibilidad de errores metodológicos en esos trabajos, basados en una inadecuada elección de las pruebas neuropsicológicas aplicadas o una medición inexacta de los niveles hormonales.

Finalmente, también se han observado variaciones a lo largo del ciclo menstrual en tareas de memoria, si bien los hallazgos al respecto son tratados de forma específica en el siguiente apartado, por la relevancia que suponen para el presente trabajo.

3.1. El rendimiento en memoria durante los ciclos naturales de las hormonas sexuales.

Como hemos visto, existen evidencias acerca de la relación entre las hormonas sexuales y el rendimiento en memoria que proceden de los estudios sobre el declive hormonal asociado a la edad, las terapias de reemplazo hormonal y los tratamientos hormonales administrados a sujetos transexuales. El estudio sobre el rendimiento en memoria en sujetos jóvenes y sanos en relación con los ciclos naturales de las hormonas sexuales es menos frecuente. Sin embargo, la investigación al respecto desde esta perspectiva se hace especialmente necesaria, pues sólo en este tipo de población se puede estudiar la relación entre las variaciones naturales de los niveles endógenos de hormonas sexuales y la memoria, sin la interferencia de otras variables, tales como las relacionadas con la edad o la condición clínica de los sujetos.

No tenemos conocimiento acerca de la existencia de trabajos sobre la relación entre el rendimiento en memoria y los ciclos naturales de la testosterona. Las investigaciones en este ámbito se han llevado a cabo, únicamente, en relación con las variaciones en el rendimiento asociadas al ciclo menstrual en las mujeres. Los resultados al respecto no son totalmente consistentes.

En algunos estudios se ha observado que la memoria de trabajo para material verbal mejora en aquellas fases del ciclo menstrual en las que los niveles de estrógenos son altos (Konishi, Kumashiro, Izumi & Huguchi, 2008; Rosenberg & Park, 2002). Sin embargo, en un trabajo reciente hemos observado que el rendimiento en memoria de trabajo verbal de mujeres jóvenes es peor durante la fase lútea en comparación con la fase menstrual (Otero et al., 2009). Por lo que respecta a otras medidas de memoria verbal, tales como el aprendizaje verbal o la memoria verbal episódica, los resultados tampoco son concluyentes. Sin bien la mayoría de los trabajos no evidencian variaciones en el rendimiento en memoria verbal a lo largo del ciclo menstrual (Hatta & Nagaya, 2009; Maki et al., 2002; Mordecai et al., 2008; O'Reilly, Cunningham, Lawlor, Walsh & Rowan, 2004; Phillips & Sherwin, 1992; Resnick, Perry, Parry, Mostofi & Udell, 1998), algunos autores observan un mejor rendimiento en aquellas fases del ciclo menstrual en las que los niveles de estrógenos son altos (Castillo, Cely & Manrique, 2008; Islam et al., 2008). La inconsistencia de estos hallazgos podría residir en el tipo de prueba utilizado, las fases del ciclo estudiadas o los días del ciclo escogidos para evaluar dichas fases. La importancia de esta última variable radica en el hecho de que determinados días del ciclo, tales como el primer día de la fase menstrual o los últimos días de la fase lútea, llevan asociados cambios emocionales que pueden interferir en el rendimiento cognitivo.

En cuanto a la memoria visual se observa, por lo general, un peor rendimiento en la fase menstrual en comparación con otras fases del ciclo. En concreto, Phillips y Sherwin (1992) observaron que se producía un ligero empeoramiento en el recuerdo demorado de material visual en la fase menstrual. Por su parte, Postma y colaboradores (1999) observaron cambios en el rendimiento en memoria de localización espacial de objetos a lo largo del ciclo menstrual, de manera que los peores resultados se correspondían con los obtenidos en la fase menstrual. Por lo que respecta a la memoria de trabajo con material visual, la investigación se ha centrado en el recuerdo de imágenes con componente emocional. Los resultados obtenidos muestran diferencias en el rendimiento a lo largo del ciclo menstrual que están en función del contenido de las imágenes. Así, durante la fase ovulatoria, en la que los niveles de estrógenos son altos, se observa un mejor recuerdo de caras masculinas (Vranic & Hromatko, 2008) y un peor recuerdo de expresiones faciales tales como la tristeza o el disgusto (Gasbarri et al., 2008).

En otros trabajos se han investigado las variaciones en el rendimiento en memoria implícita a lo largo del ciclo menstrual. Así, en un estudio de Maki y colaboradores (2002) se utilizó, por un lado, una tarea de fluidez semántica en la que se requería la producción de palabras pertenecientes a una categoría semántica incluida en una tarea distractora previa, considerando ésta como una medida de memoria implícita conceptual. Por otro lado, utilizaron una tarea de reconocimiento de objetos fragmentados como medida de memoria implícita perceptiva. Observaron que la ejecución en memoria implícita conceptual fue mejor en la fase lútea media, mientras que la ejecución en memoria implícita perceptiva fue mejor en la fase folicular. Este hecho sugiere que las hormonas

ováricas inhiben el efecto de facilitación perceptiva. En las mediciones de los niveles hormonales que los autores llevaron a cabo observaron, concretamente, que los niveles de estradiol correlacionaban negativamente con este efecto de facilitación.

También Hampson y colaboradores (2004) llevaron a cabo un estudio durante el ciclo menstrual en el que evaluaban la memoria implícita. En este caso utilizaron una tarea con objetos fragmentados, con el objetivo de comprobar si, efectivamente, los niveles altos de estrógenos inhibían el efecto de facilitación perceptiva. No encontraron este efecto de inhibición, pero sí observaron que, tanto los objetos que se habían presentado previamente como aquellos que se presentaban por primera vez se reconocían más rápidamente y con un nivel mayor de degradación en la fase menstrual. De esta forma, los autores sugieren que son los cambios en la precisión perceptiva a lo largo del ciclo menstrual los que están en la base de las variaciones en la memoria implícita visual, y no los cambios en el efecto de facilitación. Sin embargo, Compton y Levine (1997) no encontraron diferencias a lo largo del ciclo menstrual en la precisión perceptiva evaluada mediante dos tareas de percepción de asimetrías, una tarea de tipo verbal, de elección entre palabras y no palabras, y otra tarea de tipo visual, de elección entre caras estructuradas y caras desestructuradas.

Respecto a la posible explicación de la presencia de variaciones en memoria a lo largo del ciclo menstrual, Richardson (1991) establece dos posibles hipótesis sobre sus causas, sin bien ninguna de ellas ha podido ser confirmada. Este autor propone que estas variaciones podrían deberse o bien a un efecto directo de las hormonas sexuales sobre las funciones neuropsicológicas, o bien a los cambios emocionales que se dan durante el ciclo. Respecto a la primera afirmación, sugiere

que las hormonas podrían mediar en los sistemas GABA-érgico y colinérgico de neurotransmisión, por lo que las fluctuaciones en el rendimiento a lo largo del ciclo se darían sobre todo en tareas de retención a largo plazo. Sin embargo, no observó variaciones en el rendimiento en una tarea de pares asociados en distintas fases del ciclo. Con respecto a la segunda afirmación, sugiere que los síntomas emocionales asociados al ciclo menstrual están relacionados, sobretodo, con la ansiedad, por lo que su influencia en la ejecución a lo largo del ciclo debería observarse más en tareas de retención a corto plazo. Sin embargo, en una tarea de recuerdo serial inmediato tampoco observó variaciones a lo largo del ciclo.

En resumen, los trabajos realizados en esta línea de investigación sugieren que las fases del ciclo menstrual caracterizadas por niveles de estrógenos elevados se asocian con un mejor rendimiento en memoria, fundamentalmente en aquellas medidas en las que las mujeres obtienen mejores resultados que los hombres. Sin embargo, hay trabajos que obtienen resultados en contra, sobre todo aquellos que utilizan tareas en las que las diferencias entre sexos no están bien establecidas, como es el caso de la memoria de trabajo. La existencia de estos trabajos, junto con el hecho de que este campo de investigación es todavía muy limitado, pone en evidencia que la relación entre los ciclos naturales de las hormonas sexuales y el rendimiento en memoria no está establecida.

II. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Como hemos visto previamente, el estudio de las diferencias entre sexos en el rendimiento neuropsicológico ha arrojado algunos resultados controvertidos, sin embargo han llevado a hablar de un patrón de rendimiento neuropsicológico típico de cada sexo. Así, el patrón masculino se caracteriza por un mejor rendimiento en el uso de la puntería, en la resolución de problemas matemáticos y en habilidades espaciales. Por su parte, el patrón femenino se caracteriza por un mejor rendimiento en tareas que implican movimientos motores finos, así como una mayor sensibilidad perceptiva y mejores habilidades verbales. Por lo que respecta a la memoria la dirección de las diferencias depende del componente estudiado. Por lo general se ha descrito una ventaja femenina para la memoria verbal y visual, aunque en algunas medidas de memoria de trabajo también se ha evidenciado una ventaja masculina. Las mujeres también presentan un mejor rendimiento en ciertas medidas de memoria espacial, tal como el recuerdo de los objetos que forman un conjunto, si bien en otras medidas, tales como el recuerdo de las distancias relativas entre los objetos o el aprendizaje de rutas, se observa un mejor rendimiento masculino.

Entre los factores determinantes de la existencia de diferencias entre sexos en el rendimiento neuropsicológico tienen cabida factores de tipo biológico, y entre estos destacan las hormonas sexuales. Durante la vida adulta los niveles de hormonas sexuales varían en función de una serie de ciclos naturales, como son los ciclos diurno y estacional de la testosterona en varones y el ciclo menstrual en las mujeres, que pueden influir en el rendimiento neuropsicológico de personas jóvenes y sanas.

Las investigaciones respecto de esta posible influencia sugieren que la testosterona mantiene una relación en forma de U invertida con el rendimiento espacial. De esta manera, el mejor rendimiento espacial en hombres se da por la tarde y en primavera, cuando los niveles de testosterona son más bajos. Por lo que respecta al ciclo

menstrual, el rendimiento neuropsicológico varía de manera que, durante las fases en las que los niveles hormonales son altos, el rendimiento mejora en las tareas con ventaja femenina. Por el contrario, en las fases en las que los niveles hormonales son bajos, el rendimiento mejora en las tareas con ventaja masculina.

Esta variabilidad en los patrones de rendimiento neuropsicológico propios de cada sexo como consecuencia de los ciclos hormonales naturales podría influir en la presencia de diferencias neuropsicológicas entre sexos. Es posible que estas diferencias aparezcan en aquellas situaciones en las que los niveles de hormonas sexuales de uno y otro sexo distan más entre sí. Por el contrario, puede que estas diferencias apenas sean perceptibles en aquellas situaciones en las que los niveles de hormonas sexuales en uno y otro sexo se acercan.

Sin embargo, a pesar de la posible influencia de las hormonas sexuales en el rendimiento neuropsicológico, esta variable no se ha tenido en cuenta en los estudios sobre diferencias entre sexos. Este hecho podría explicar la diversidad de resultados, es decir, que en algunos estudios se observen diferencias entre sexos en algunas funciones mientras que en otros no.

Por otra parte, cuando se estudian los cambios en el rendimiento cognitivo como consecuencia de las variaciones hormonales ocurridas de forma natural en la vida adulta, puede resultar de especial interés valorar la memoria. El estudio de la influencia hormonal sobre esta función se ha abordado principalmente en el ámbito de la vejez, a partir de los efectos del declive hormonal asociado a la edad y la administración de terapias de reemplazo hormonal. Sin embargo, ha sido poco frecuente su estudio en relación con las variaciones naturales en adultos jóvenes.

Con el presente estudio se pretende comprobar no sólo la existencia de diferencias entre sexos en memoria, sino también la influencia que las variaciones

naturales de las hormonas sexuales tienen sobre el rendimiento mnémico en cada sexo. Además, como novedad, se pretende examinar el efecto de las variaciones hormonales ocurridas de forma natural en adultos jóvenes sobre las diferencias entre sexos en memoria.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo consiste en estudiar las diferencias entre hombres y mujeres jóvenes sanos en memoria y el efecto sobre ella de las variaciones naturales en las hormonales sexuales.

Como objetivos específicos de la investigación se plantean:

1. Comprobar si existen diferencias entre hombres y mujeres jóvenes sanos en memoria.
2. Comprobar si las variaciones naturales en las hormonas sexuales de hombres y mujeres jóvenes sanos afectan a su rendimiento en memoria.
3. Examinar el efecto de las variaciones naturales en las hormonas sexuales de hombres y mujeres jóvenes sanos sobre sus diferencias en memoria.
4. Analizar la relación del rendimiento en memoria de hombres y mujeres jóvenes sanos con sus niveles endógenos de hormonas gonadales.

III. MÉTODO

1. MUESTRA

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó una muestra compuesta por 75 jóvenes sanos, 36 hombres y 39 mujeres, que participaron voluntariamente en el estudio, dando su consentimiento informado. Fueron reclutados entre los alumnos de primer y segundo curso de la Licenciatura en Psicología de la Universidad de Santiago de Compostela, a los que se informó de que se estaba llevando a cabo una investigación acerca de la influencia de las hormonas sexuales sobre el rendimiento neuropsicológico, y se les ofreció una compensación académica por su participación. En un primer momento los interesados proporcionaron sus datos de contacto, y posteriormente, se les realizaban llamadas telefónicas para indicarles con mayor detalle las características de la investigación, sin informar de sus objetivos específicos; realizarles una pequeña entrevista con el fin de comprobar si cumplían los criterios de inclusión; y finalmente confirmar su participación.

Fueron criterios de inclusión pertenecer a un rango de edad de entre 18 y 23 años, ser diestro y no haber cursado la asignatura de Neuropsicología perteneciente al plan de estudios de la Licenciatura en Psicología. En el caso de las mujeres, además, sólo se incluían aquellas que presentaban un ciclo menstrual regular de entre 28 y 30 días, una edad de menarquía entre 12 y 14 años y una historia de regularidad menstrual de al menos dos años de duración.

Se excluyeron del estudio aquellas personas que presentaban, o habían presentado, patologías neurológicas o médicas que pudieran afectar al SNC, incluyendo historia de traumatismo craneoencefálico, episodios epilépticos, trastornos del desarrollo, trastornos psiquiátricos y/o psicológicos, así como trastornos endocrinos. También fueron excluidos los sujetos que seguían en el momento de la evaluación un tratamiento

farmacológico que pudiesen afectar al SNC o al sistema endocrino, así como aquellos sujetos con consumo actual de sustancias psicotrópicas. Asimismo se excluyó a sujetos con deficiencias motoras o sensoriales, excepto en el caso de las visuales corregidas. Los sujetos que presentaban conflictos con respecto a su identidad sexual, o presentaban una orientación homosexual, fueron también excluidos. Por último, fueron excluidas aquellas mujeres que tomaban anticonceptivos orales.

2. MATERIAL

Para la presente investigación se tomaron datos de cada participante a partir de una entrevista semiestructurada, que valoraba aspectos clínicos y hormonales; una valoración de la dominancia manual; una evaluación neuropsicológica con una batería de test diseñada para este estudio (Tabla 1); y una valoración del estado de ánimo. Además, se realizaron analíticas para determinar los niveles de hormonas sexuales en sangre en aquellos sujetos que accedían a su realización.

Entrevista semiestructurada

Se aplicó una entrevista semiestructurada en la que se recogía información sobre la historia de desarrollo de los participantes, los antecedentes clínicos, las posibles deficiencias sensoriales y/o motoras y la identidad y orientación sexuales. En el caso de las mujeres, además, se recogió información acerca de su ciclo menstrual, incluyendo la edad de menarquía, la historia de regularidad del ciclo y su regularidad actual, y la toma de anticonceptivos orales.

Valoración de la dominancia manual

Para la valoración de la dominancia manual se utilizó el Inventario de Lateralidad de Edimburgo (Oldfield, 1971). Este inventario recoge 10 ítems acerca de tareas cotidianas con el objetivo de recoger información sobre la preferencia manual.

Evaluación neuropsicológica

Los test que componen la batería de exploración neuropsicológica diseñada para este estudio miden diferentes aspectos de la memoria. A continuación se describen las pruebas empleadas, explicitándose las medidas recogidas en cada una de ellas.

Tabla 1. Batería de exploración neuropsicológica empleada.

➤ Test de Aprendizaje Audioverbal de Rey	➤ Test de Copia de una Figura Compleja
➤ Subtest de Dígitos (WMS-III)	➤ Test de Retención Visual de Benton
➤ Subtest de Letras y Números (WMS-III)	➤ Test de Memoria Visual de Objetos y Localización Espacial

1.- *Aprendizaje Audioverbal de Rey* (Rey, 1964). Consiste en la lectura por parte del examinador de una lista de 15 palabras, que el examinado debe evocar inmediatamente después, en cinco ensayos distintos; y en una sexta evocación después de una tarea de interferencia (recordar una lista diferente de 15 palabras). Tras un intervalo de demora de 20 minutos, la primera lista presentada debe ser evocada de nuevo por parte del sujeto. Nos permite obtener nueve puntuaciones, que se corresponden con el número de palabras evocadas en los cinco primeros ensayos, una puntuación total resultante de la suma de estos, la puntuación del sexto ensayo correspondiente a las palabras evocadas tras la lista de interferencia, la diferencia entre el quinto y el sexto ensayo y el número de palabras evocadas en el ensayo de recuerdo demorado. Esta prueba permite evaluar memoria verbal inmediata y demorada, proporciona una curva de aprendizaje y mide la capacidad de recuerdo después de una interferencia.

2.- *Subtest Dígitos de la Escala de Memoria de Wechsler (WMS III)* (Wechsler, 2007). Se compone de dos partes: dígitos en orden directo, en la que se han de repetir en el mismo

orden unas series de números que el examinador presenta oralmente, y dígitos en orden inverso, en la que se deben repetir al revés otras series de números. Se obtienen dos puntuaciones, correspondientes con la serie más larga recordada en cada una de las partes. Evalúa memoria auditiva inmediata, atención y resistencia a la interferencia.

3.- Subtest Letras y Números de la Escala de Memoria de Wechsler (WMS III) (Wechsler, 2007). Consiste en la presentación oral por parte del examinador de listas de longitud creciente formadas por letras y números mezclados y ordenados al azar. La tarea consiste en repetir cada lista de una manera concreta, diciendo en primer lugar los números, ordenados de menor a mayor, y a continuación las letras, ordenadas alfabéticamente. Se obtiene una puntuación correspondiente con la serie más larga recordada. Esta prueba mide memoria de trabajo.

4.- Test de Copia de una Figura Compleja (Rey, 1987). Consiste en la copia de una figura, y transcurridos tres minutos, sin previo aviso, se requiere la reproducción de memoria. Al cabo de 20 minutos, también sin previo aviso, el examinado debe reproducirla de nuevo. Se obtiene una puntuación de la exactitud de la copia y otras dos de las reproducciones de memoria. La primera se utilizó para obtener información acerca de los aspectos visoconstructivos en las reproducciones de memoria. Este test evalúa la capacidad constructiva visoespacial, la memoria visual, la capacidad de procesamiento cognitivo teniendo en cuenta las estrategias de resolución de problemas y las capacidades de organización y planificación.

5.- Test de Retención Visual de Benton (Forma C, Administración A) (Benton, 1981). Consiste en la presentación, durante diez segundos cada una, de diez láminas con figuras impresas, requiriendo a la persona evaluada su reproducción inmediata una vez retirada cada lámina. Esta prueba nos proporciona una puntuación del número de láminas

reproducidas correctamente, que mide la eficacia general de la ejecución. Además, se tuvieron en cuenta las puntuaciones para los siguientes tipos de error: distorsiones, perseveraciones, rotaciones, desplazamientos y errores de tamaño. Mediante esta prueba se evalúan habilidades visoconstructivas, memoria visual y percepción visual, así como organización espacial y memoria visoespacial.

6.- Test de Memoria de Objetos y Localización Espacial (Silverman & Eals, 1992). La tarea consiste en observar durante un minuto una lámina que contiene representados 27 objetos. Acto seguido se presenta una segunda lámina con 47 estímulos, entre los cuales se encuentran los 27 objetos presentados en la primera lámina. Se deben tachar los 20 objetos que no estaban representados en la primera lámina, para lo cual se dispone de un minuto de tiempo. Por último, se presenta una tercera lámina en la que aparecen representados los mismos objetos que en la primera, pero algunos de ellos están cambiados de lugar. La tarea en esta ocasión consiste en rodear aquellos objetos que aparecen en el mismo lugar que en la primera lámina, y tachar aquellos otros que aparecen cambiados de lugar. Transcurridos 20 minutos desde la presentación de la primera lámina, se vuelven a presentar la segunda y la tercera lámina, con el objetivo de obtener puntuaciones de recuerdo demorado. La puntuación considerada en la segunda lámina consiste en el número de aciertos (memoria visual de objetos) y en la tercera, en el resultado de restar el número de errores al número de aciertos (memoria de localización espacial).

Evaluación del estado de ánimo

Se llevó a cabo una evaluación del estado de ánimo con el objetivo de controlar las posibles diferencias entre sexos y/o entre fases hormonales al respecto, puesto que tales diferencias podrían mediar en el rendimiento en memoria.

En una primera fase de la investigación se administró a los participantes ($n=40$) el Inventario de Depresión de Beck (Beck, 1978), tomando su puntuación total, por ser una de las pruebas más utilizadas para la valoración del estado de ánimo en la línea de investigación en la que se enmarca el presente trabajo. Sin embargo, posteriormente se valoró la aplicación a la muestra restante ($n= 35$) del Perfil de los Estados de Ánimo, más conocido por sus iniciales en inglés, POMS (Profile of Mood States; McNair, Lorr & Droppleman, 1971,1992). El POMS es una prueba adaptada a nuestro medio en muestras de estudiantes universitarios (Andrade, Arce & Seoane, 2002; Arce, Andrade & Seoane, 2000; Balaguer, Fuentes, Meliá, García-Merita & Pérez, 1993). Permite obtener tanto una puntuación en depresión, como en varios factores relacionados adicionales. Por ello representa una medida más ecológica del estado de ánimo para el tipo de población estudiado en la presente investigación. En concreto, la forma del POMS elegida está compuesta por 44 ítems, referidos a seis dimensiones afectivas: Estado Deprimido, Cólera, Tensión, Fatiga, Vigor y Amistad. Dicha versión ha sido publicada por Andrade y colaboradores (2010), quienes informaron de su estructura factorial con deportistas adultos. Posteriormente también comprobaron la invarianza del modelo de medida con muestras procedentes de la población no-deportista (Andrade, Comunicación personal). En nuestro caso consideramos la puntuación total en esta prueba, como un índice general del estado de ánimo. Dicha puntuación se obtiene sumando los valores correspondientes a las dimensiones negativas (Estado Deprimido, Cólera, Fatiga y Tensión) y restando los correspondientes a las dimensiones positivas (Vigor, Amistad) (Andrade, Arce & Seoane, 2002; Andrade et al., 2010; McNair, Lorr, & Droppleman, 1992).

Niveles de hormonas gonadales

En aquellos participantes que dieron su consentimiento ($n= 35$) se tomaron muestras de sangre para la determinación de los niveles de varias hormonas gonadales. Su

extracción y posterior análisis fueron realizados en el Laboratorio de Endocrinología del Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela (CHUS) por personal cualificado, y supervisados por el Dr. Bernabeu Morón. Todas las extracciones tuvieron que ser realizadas por la mañana, debido a la disponibilidad horaria del laboratorio. Mediante técnicas de radioinmunoensayo se determinaron los niveles totales de estradiol y testosterona en hombres, y de estradiol, testosterona y progesterona en mujeres.

3. PROCEDIMIENTO

Todos los participantes en la presente investigación fueron evaluados en dos ocasiones, los varones en función del ciclo diurno de la testosterona, y las mujeres en función del ciclo menstrual.

En cuanto al ciclo diurno de la testosterona, los varones fueron evaluados coincidiendo en una ocasión con la primera hora de la mañana, fase de niveles hormonales altos, y en la otra con la última hora de la tarde, fase de niveles hormonales bajos. Además, para controlar el efecto de la hora del día sobre el rendimiento neuropsicológico las mujeres también se evaluaron en una ocasión a primera hora de la mañana y en la otra a última hora de la tarde. Con el objetivo de contrabalancear el posible efecto de la hora del día sobre la primera exposición a las pruebas, la mitad de todos los participantes fueron evaluados por primera vez por la mañana mientras que la otra mitad fue evaluada por primera vez por la tarde.

En cuanto al ciclo menstrual las mujeres fueron evaluadas en una ocasión durante la fase menstrual (días 2-5 del ciclo), fase de niveles hormonales bajos, y en la otra ocasión durante la fase lútea media (días 17-23 del ciclo), fase de niveles hormonales altos. Del mismo modo que la hora, la fase del ciclo menstrual se sometió a un procedimiento de contrabalanceo. Así, la mitad de las mujeres fue evaluada por primera vez en la fase menstrual, mientras que la otra mitad fue evaluada en la fase lútea. Entre la

primera y la segunda evaluación, tanto de hombres como de mujeres transcurrieron aproximadamente 15 días, ajustándose al período entre las fases del ciclo menstrual consideradas.

Una vez establecidas las citas para las evaluaciones neuropsicológicas, las mujeres recibían una llamada el día anterior, con el objetivo de confirmar el día del ciclo en el que se encontraban. Además, los participantes que accedían a que se les realizase la analítica sanguínea eran citados el día antes de la evaluación para entregarles el volante médico que debían presentar en el centro hospitalario, ya que debían acudir a realizar las extracciones de sangre por la mañana antes de la evaluación. En el caso de las mujeres se tomaron muestras de sangre en dos ocasiones, coincidiendo con las dos fases del ciclo menstrual en las que se evaluaron. En el caso de los hombres se llevó a cabo un único análisis, coincidente con la fase hormonal alta, ya que como hemos indicado las extracciones sólo se podían realizar por la mañana. Los resultados de las analíticas se remitían junto con un pequeño informe en el que se recogían posibles anomalías en los niveles hormonales registrados. Si estas aparecían los sujetos eran excluidos del estudio. Por este motivo, fue excluida una de las participantes, puesto que los niveles hormonales no confirmaron la fase lútea.

Por lo que respecta a las sesiones de evaluación neuropsicológica, todas se llevaron a cabo en la Unidad de Neuropsicología de la Facultad de Psicología de la Universidad de Santiago de Compostela. En la primera sesión se procedía, en primer lugar, a completar la entrevista que se había iniciado telefónicamente, para recoger datos acerca de antecedentes clínicos, el consumo de sustancias psicotrópicas y el estado médico actual del sujeto. En segundo lugar se administraba el Inventario de Lateralidad de Edimburgo (Oldfield, 1971). Posteriormente se llevaba a cabo la exploración neuropsicológica, utilizando el protocolo descrito en el apartado de material, y siguiendo

las instrucciones que indican los respectivos manuales de aplicación. Las características de la aplicación de las pruebas fueron constantes para todos los sujetos, siendo la duración de su administración de 50 minutos aproximadamente. Una vez finalizada la exploración neuropsicológica se realizaba la evaluación del estado de ánimo.

En la segunda evaluación se procedía de manera similar, si bien no se volvía a administrar la entrevista, sino que simplemente se confirmaba que los datos obtenidos en la primera evaluación no habían cambiado, sobre todo en lo referente a estado de salud y medicación. Además, el Inventario de Lateralidad de Edimburgo (Oldfield, 1971) no era administrado en esta ocasión. Por lo que respecta a la exploración neuropsicológica, en esta segunda sesión, y puesto que no existen versiones alternativas para todas las pruebas administradas, se optó por utilizar de cada una la misma versión que la utilizada en la primera evaluación.

IV. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS



Para dar respuesta a los objetivos planteados en la presente investigación se llevaron a cabo diversos análisis de datos, empleando para ello el paquete estadístico IBM SPSS Statistics v.19.0 (IBM, 2010).

1. DATOS DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis descriptivo de la muestra respecto a edad, estado de ánimo y niveles hormonales, así como edad de menarquía y duración del ciclo en las mujeres (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de la muestra [Media (SD)]

	Hombres (n= 36)		Mujeres (n= 39)	
Edad	19.89 (1.45)		19.31 (1.379)	
Edad de menarquia			12.74	
Duración ciclo (días)			28.67 (0.89)	
	Hombres		Mujeres	
	Mañana	Tarde	F. Lútea	F. Menstrual
Estado de ánimo				
Inventario de Depresión de Beck (n= 20 hombres; 20 mujeres)	4.35 (3.483)	4.15 (3.281)	5.5 (5.166)	5.45 (5.286)
POMS (n= 16 hombres; 19 mujeres)	-0.88 (22.48)	-3 (15.74)	-8.16 (19.83)	-8.47 (19.65)
Niveles hormonales (n= 16 hombres; 19 mujeres)				
Estradiol (pg/ml)	26.88 (17.093)	-	171.52 (85.89)	32.44 (19.913)
Testosterona (pg/ml)	7.03 (1.943)	-	0.52 (0.15)	0.48 (0.153)
Progesterona (ng/ml) (n= 14 mujeres)	-	-	10.02 (7.60)	-

Mediante la realización de la prueba t de Student para muestras independientes no se apreciaron diferencias significativas en edad entre el grupo de hombres y el grupo de mujeres ($t_{73} = 1.779$, $p = .079$).

Con respecto al estado de ánimo, se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas, tomando como factor intrasujetos la fase hormonal y como factor intersujetos la variable sexo. Los resultados no mostraron, ni para la puntuación en el Inventario de Beck ni para la del POMS, un efecto significativo del sexo (Beck: $F_{1,38} = .796$, $p = .378$; POMS: $F_{1,33} = 1.242$, $p = .273$), la fase (Beck: $F_{1,38} = .289$, $p = .594$; POMS: $F_{1,33} = .13$, $p = .72$), ni de su interacción (Beck: $F_{1,38} = .104$, $p = .749$; POMS: $F_{1,33} = .072$, $p = .791$).

Para analizar las diferencias en los niveles de estradiol y testosterona entre hombres por la mañana y mujeres en las fases lútea y menstrual se realizaron dos tipos de pruebas t de Student. Por un lado, se realizaron pruebas t para muestras independientes, con el objetivo de comparar los niveles hormonales de los hombres en comparación con los niveles de las mujeres en cada una de las fases hormonales, y por otro lado, una prueba t para muestras relacionadas, para comparar los niveles hormonales de las mujeres entre ambas fases. Los resultados se ajustaron a las diferencias esperadas. Por un lado, en comparación con los de los hombres, los niveles de estradiol en mujeres eran significativamente más altos durante la fase lútea ($t_{32} = -6.61$, $p < .001$), pero no se apreciaron diferencias entre hombres y mujeres durante la fase menstrual ($t_{32} = -0.902$, $p = .38$). Los niveles de testosterona, por su parte, eran significativamente más altos en hombres en comparación con las mujeres, tanto en la fase lútea ($t_{32} = 14.197$, $p < .001$) como en la fase menstrual ($t_{32} = 13.307$, $p < .001$). Además, en las mujeres los niveles de estradiol eran significativamente más altos durante la fase lútea en comparación con la fase menstrual ($t_{17} = 6.688$, $p < .001$), mientras que no aparecieron diferencias significativas entre las fases del ciclo menstrual para los niveles de testosterona ($t_{17} = 1.595$, $p = .129$). Finalmente se debe indicar que los niveles de progesterona para la fase lútea media se corresponden con los propios de esta fase del ciclo. Todos estos datos validan las fases del ciclo menstrual individual consideradas.

2. ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN MEMORIA

Previamente al análisis estadístico de las diferencias entre sexos en memoria y la influencia de la fase hormonal sobre ésta, se realizó una transformación de las puntuaciones directas obtenidas por los participantes en los distintos test de memoria (en el Anexo 2 se muestran las medias de las puntuaciones directas). Esta transformación tenía un doble propósito ya que por un lado trataba de reducir el elevado número de medidas utilizadas en relación con el tamaño de la muestra, y por otro nos permitía trabajar conceptualmente con medidas más globales, relacionadas con distintos procesos de memoria.

Para ello, en primer lugar, se realizó un análisis factorial de componentes principales (con rotación varimax) con las puntuaciones directas de las pruebas neuropsicológicas que obtuvieron los participantes en la primera sesión de evaluación. Se tomó la solución de un modelo de ocho factores que explica un 75.42% de la varianza total. El criterio de corte para incluir una medida en el factor fue que su relación con el mismo superara el valor de .40. En la Tabla 3 se recogen cada uno de estos factores con las medidas que incluyen y su carga en orden descendente, así como el porcentaje de la varianza que explican y su denominación, que pretende ser un reflejo del principal aspecto de memoria que miden.

En segundo lugar, se obtuvieron para cada sujeto ocho puntuaciones compuestas de memoria en cada sesión de evaluación. Para su cálculo se promediaron las puntuaciones de la correspondiente sesión, convertidas a z y ajustadas en dirección, según su inclusión en cada uno de los factores obtenidos con el Análisis de Componentes Principales. Estas puntuaciones compuestas o de factor fueron las consideradas en los análisis estadísticos realizados para dar respuesta a los objetivos planteados.

Tabla 3. Análisis factorial de las puntuaciones de memoria

Factor 1-Memoria y aprendizaje verbal (24.18%)		Factor 2- Memoria visoconstructiva (13.15%)		Factor 3- Memoria visual de objetos y localización espacial (8.64%)	
Test	Carga	Test	Carga	Test	Carga
AAVR-total	.97	FCR-memoria demorada	.89	MLE-inmediata	.86
AAVR-3	.80	FCR-memoria inmediata	.87	MLE-demorada	.80
AAVR-5	.79	FCR-copia	.78	MVO-demorada	.54
AAVR-2	.77			TRVB-errores de rotación	.47
AAVR-demora	.75			MVO-inmediata	.44
AAVR-6	.73				
AAVR-4	.71				
AAVR-1	.65				

Factor 4- Memoria visoespacial (7.75%)		Factor 5-Susceptibilidad a la interferencia (6.46%)		Factor 6- Memoria de trabajo (5.99%)	
Test	Carga	Test	Carga	Test	Carga
TRVB-aciertos	.93	AAVR-(5-6)	.81	Dígitos Inversos	.71
TRVB-desplazamiento	.85	TRVB-perseveración	.63	Letras y Números	.70

Factor 7-Memoria visual forma y tamaño (4.84%)		Factor 8-Memoria auditiva inmediata (4.22%)	
Test	Carga	Test	Carga
TRVB-tamaño	.77	Dígitos Directos	.77
TRVB-distorsión	.58		

AAVR = Test Audioverbal de Rey; FCR = Figura Compleja de Rey; MLE = Memoria de Localización Espacial; MVO = Memoria Visual de Objetos; TRVB = Test de Retención Visual de Benton.

2.1. Diferencias entre sexos en memoria

El diseño del presente trabajo se planteó de forma que fuese posible realizar tanto comparaciones del rendimiento en memoria entre sujetos en distintas fases hormonales, como comparaciones intrasujeto respecto de la fase hormonal. Por ello, por una parte se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas, con la fase hormonal como factor intrasujeto, y sexo y orden de evaluación como factores intersujetos (Tabla 4). El orden de evaluación se refiere a la fase hormonal en la que se encontraban los sujetos en la primera y segunda ocasión en que se evaluaron, siendo los niveles de esta variable *1º en fase alta – 2º en fase baja*, y *1º en fase baja – 2º en fase alta*. Esta variable se introdujo

con el objetivo de valorar los posibles efectos asimétricos de la práctica sobre el rendimiento en memoria según la fase hormonal.

Por otra parte, con la finalidad de analizar las diferencias en memoria entre sexos y entre fases hormonales, así como el efecto de su interacción, en ausencia de experiencia previa con las pruebas, se realizó un ANOVA sólo con las puntuaciones de la primera sesión de evaluación, tomando sexo y fase hormonal como variables independientes (Tabla 5).

Para ambos tipos de ANOVA realizados, cuando se encontró un efecto de interacción significativo se llevaron a cabo comparaciones a posteriori con corrección por Bonferroni.

Tabla 4. Resultados del ANOVA de medidas repetidas para las medidas de memoria según sexo, fase hormonal y orden de evaluación [$F_{1,71}$ (p)]

	Sexo	Fase	Orden	Sexo X Fase	Fase X Orden	Sexo X Orden	Sexo X Fase X Orden
Memoria y aprendizaje verbal	3.150 (.080)	0.046 (.831)	0.002 (.960)	2.881 (.094)	43.975 ($<.001$)*	0.025 (.875)	1.625 (.207)
Memoria visoconstructiva	1.529 (.220)	0.083 (.774)	0.018 (.895)	0.915 (.342)	59.986 ($<.001$)*	0.900 (.346)	1.531 (.220)
Memoria visual de objetos y localización espacial	2.748 (.102)	0.009 (.923)	0.155 (.965)	0.238 (.627)	2.074 (.154)	0.405 (.527)	2.238 (.139)
Memoria visoespacial	0.084 (.773)	<0.001 (.988)	0.443 (.508)	3.262 (.075)	3.757 (.057)	0.492 (.485)	0.551 (.460)
Susceptibilidad a la interferencia	0.169 (.682)	0.001 (.969)	0.166 (.685)	0.011 (.9182)	0.394 (.532)	0.124 (.726)	1.722 (.194)
Memoria de trabajo	3.208 (.078)	0.026 (.872)	0.002 (.964)	2.356 (.129)	4.907 (.030)*	0.017 (.898)	0.728 (.396)
Memoria visual de forma y tamaño	0.238 (.627)	0.014 (.908)	2.014 (.160)	0.009 (.925)	7.717 (.007)*	2.544 (.115)	0.010 (.920)
Memoria auditiva inmediata	5.198 (.027)*	0.001 (.979)	0.114 (.737)	4.563 (.036)*	1.849 (.178)	0.323 (.571)	0.092 (.762)

* $p<.05$

Tabla 5. Resultados del ANOVA para las medidas de memoria de la primera sesión de evaluación según sexo y fase hormonal [$F_{1,71}(p)$]

	Sexo	Fase	Sexo X Fase
Memoria y aprendizaje verbal	4.754(.033)*	0.012 (.913)	1.013 (.318)
Memoria visoconstructiva	2.617 (.110)	0.153 (.697)	1.654 (.203)
Memoria visual de objetos y localización espacial	4.577 (.036)*	0.054 (.817)	0.035 (.852)
Memoria visoespacial	0.001 (.973)	1.313 (.256)	2.298 (.134)
Susceptibilidad a la interferencia	1.069 (.305)	1.069 (.305)	0.058 (.811)
Memoria de trabajo	1.513 (.223)	1.388 (.243)	0.518 (.474)
Memoria visual de forma y tamaño	0.304 (.583)	1.674 (.200)	1.674 (.200)
Memoria auditiva inmediata	3.156 (.080)	0.105 (.746)	2.164 (.146)

* $p < .05$

El ANOVA de medidas repetidas mostró diferencias significativas entre sexos únicamente en *Memoria auditiva inmediata* ($F_{1,71} = 5.198$, $p = .026$), obteniendo un mejor resultado los hombres en comparación con las mujeres (Gráfico 1). En otras medidas, las diferencias alcanzan un nivel de significación marginal. Es el caso de la *Memoria de trabajo* ($F_{1,71} = 3.208$, $p = .078$), en la que se observa que los hombres tienden a obtener un mejor resultado que las mujeres, y de la *Memoria y aprendizaje verbal*, en la que se observa una ventaja femenina ($F_{1,71} = 3.150$, $p = .08$).

El ANOVA llevado a cabo con los datos de la primera sesión de evaluación mostró diferencias significativas entre hombres y mujeres en *Memoria y aprendizaje verbal* ($F_{1,71} = 4.754$, $p = .033$), observándose un mejor rendimiento en las mujeres (Gráfico 2). También fue significativa la diferencia en *Memoria visual de objetos y localización espacial* ($F_{1,71} = 4.577$, $p = .036$) con mejor rendimiento en las mujeres (Gráfico 3).

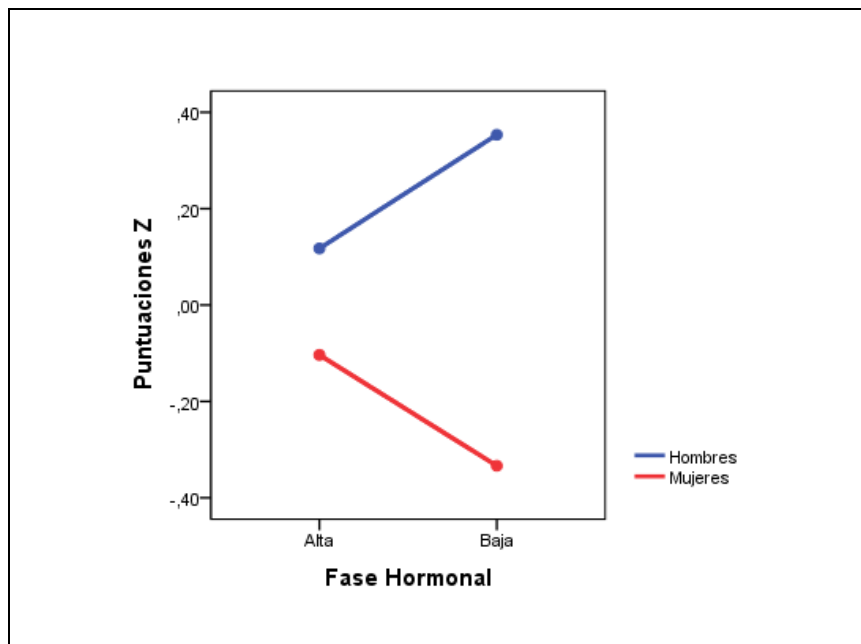


Gráfico 1. Memoria auditiva inmediata de hombres y mujeres en función de la fase hormonal.

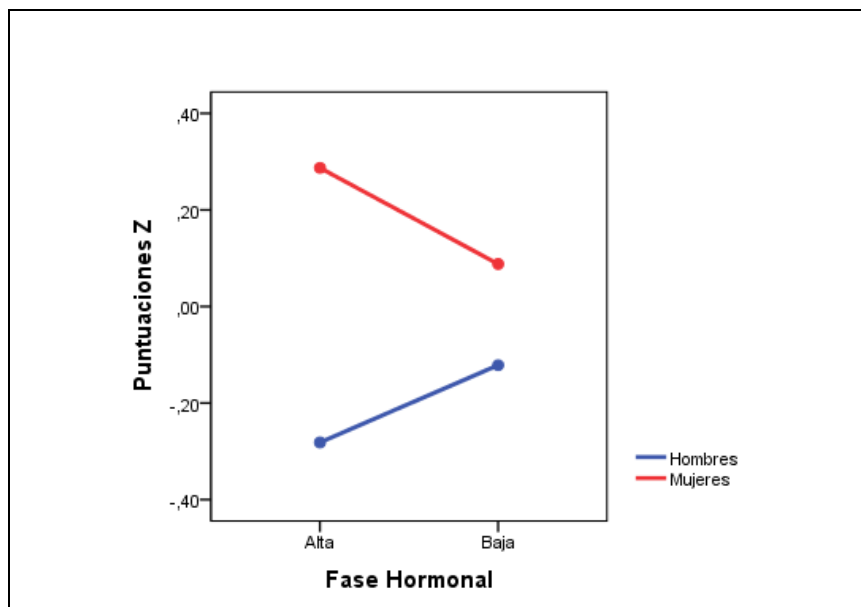


Gráfico 2. Memoria y aprendizaje verbal de hombres y mujeres en función de la fase hormonal para la primera sesión de evaluación.

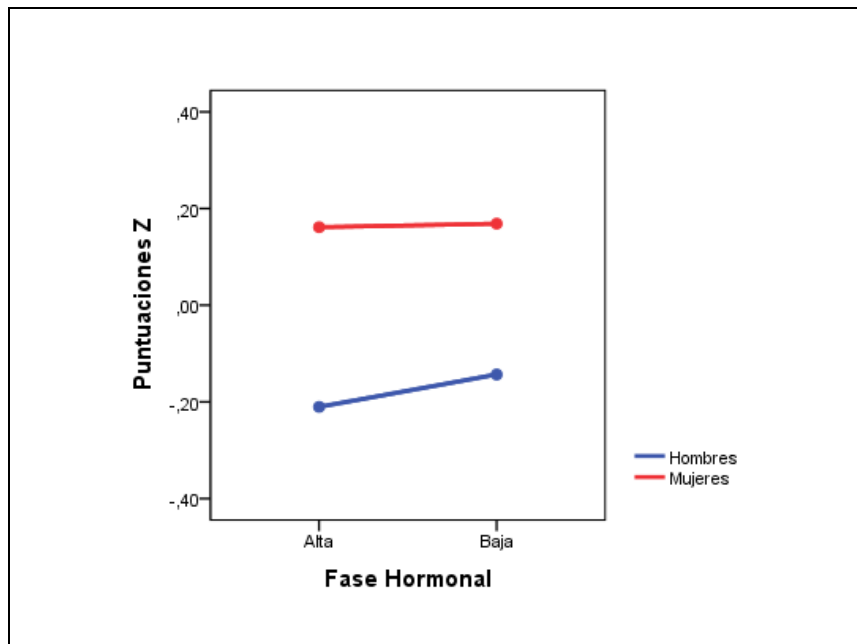


Gráfico 3. Memoria visual de objetos y localización espacial de hombres y mujeres en función de la fase hormonal para la primera sesión de evaluación.

2.2. Efecto de la fase hormonal en el rendimiento en memoria de hombres y mujeres y en sus diferencias

Con respecto a la fase hormonal, en el ANOVA de medidas repetidas no se encontró un efecto significativo de este factor en ninguna de las puntuaciones compuestas de memoria. Sí se halló un efecto significativo de su interacción con la variable sexo en la medida de *Memoria auditiva inmediata* ($F_{1,71} = 4.563$, $p = .036$) (Gráfico 1). Los contrastes a posteriori mostraron que en esta medida existen diferencias significativas entre hombres y mujeres, a favor de los hombres, cuando están en fase baja ($F_{1,17} = 9.761$, $p = .003$), pero no en fase alta ($F_{1,17} = .892$, $p = .348$). Además, se observaron diferencias entre fases que fueron marginalmente significativas en los hombres ($F_{1,34} = 3.364$, $p = .075$), siendo mejor su rendimiento durante la tarde, mientras que las diferencias entre fases hormonales en mujeres no resultaron significativas ($F_{1,37} = 1.178$, $p = .191$).

Por otro lado, se observó que la interacción entre sexo y fase hormonal era marginalmente significativa en *Memoria y aprendizaje verbal* ($F_{1,71} = 2.881$, $p = .094$) y *Memoria visoespacial* ($F_{1,71} = 3.262$, $p = .075$). Los contrastes a posteriori mostraron que en memoria verbal existen diferencias significativas a favor de las mujeres en la fase hormonal alta ($F_{1,71} = 5.407$, $p = .023$) pero no existen diferencias cuando ambos sexos se encuentran en la fase hormonal baja ($F_{1,71} = 5.73$, $p = .452$) (Gráfico 4). En *Memoria visoespacial*, los contrastes a posteriori no mostraron diferencias significativas entre hombres y mujeres ni en fase hormonal alta ($F_{1,71} = .281$, $p = .598$) ni en fase baja ($F_{1,71} = 1.084$, $p = .301$). Sin embargo, se observa una evolución distinta del rendimiento en hombres y mujeres. En concreto, el rendimiento femenino mejora en la fase alta mientras que el rendimiento masculino mejora en la fase baja (Gráfico 5).

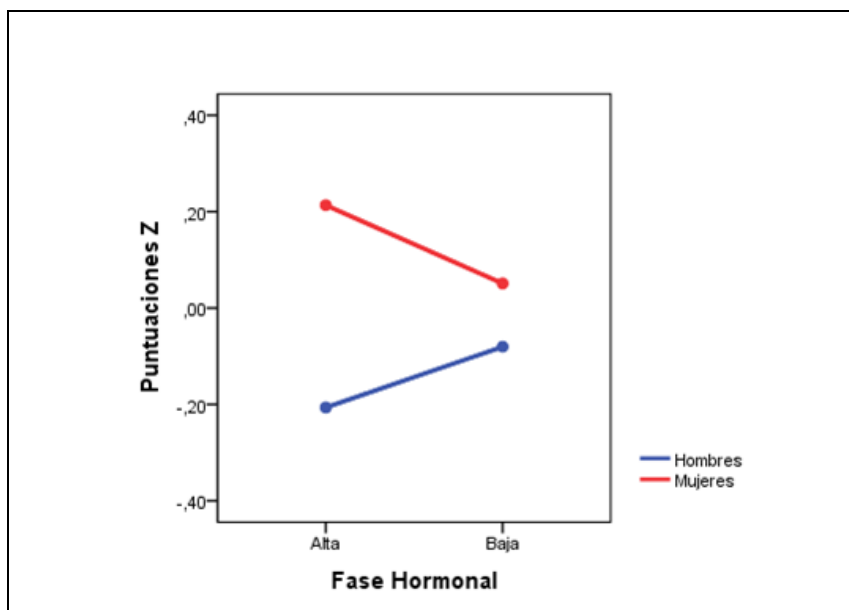


Gráfico 4. Memoria y aprendizaje verbal de hombres y mujeres en función de la fase hormonal

Asimismo, en el ANOVA de medidas repetidas se encontró un efecto significativo de la interacción entre la fase hormonal y el orden de evaluación en *Memoria y aprendizaje verbal* ($F_{1,71} = 43.975$, $p < .001$), *Memoria visoconstructiva* ($F_{1,71} =$

59.986, $p < .001$), *Memoria de trabajo* ($F_{1,71} = 4.907$, $p = .030$) y *Memoria visual de forma y tamaño* ($F_{1,71} = 7.717$, $p = .007$), así como una significación marginal en *Memoria visoespacial* ($F_{1,71} = 3.757$, $p = .057$). En todas estas medidas, para cualquiera que sea el orden de fases de evaluación, se observa una diferencia a favor de la fase hormonal correspondiente a la segunda sesión (Gráficos 6 y 7). Los contrastes a posteriori mostraron que la diferencia era significativa en *Memoria y aprendizaje verbal* (Para 1ª fase alta – 2ª fase baja $F_{1,71} = 21.474$, $p < .001$. Para 1ª fase baja – 2ª fase alta $F_{1,71} = 22.504$, $p < .001$), *Memoria visoconstructiva* (Para 1ª fase alta – 2ª fase baja $F_{1,71} = 28.999$, $p < .001$. Para 1ª fase baja – 2ª fase alta $F_{1,71} = 30.988$, $p < .001$) y *Memoria visual de forma y tamaño* (Para 1ª fase alta – 2ª fase baja $F_{1,71} = 3.695$, $p = .059$. Para 1ª fase baja – 2ª fase alta $F_{1,71} = 4.022$, $p = .049$). Sin embargo, no mostraron significación ni en *Memoria de trabajo* (Para 1ª fase alta – 2ª fase baja $F_{1,71} = 2.20$, $p = .142$. Para 1ª fase baja – 2ª fase alta $F_{1,71} = 2.712$, $p = .104$) ni en *Memoria visoespacial* (Para 1ª fase alta – 2ª fase baja $F_{1,71} = 1.929$, $p = .169$. Para 1ª fase baja – 2ª fase alta $F_{1,71} = 1.833$, $p = .180$).

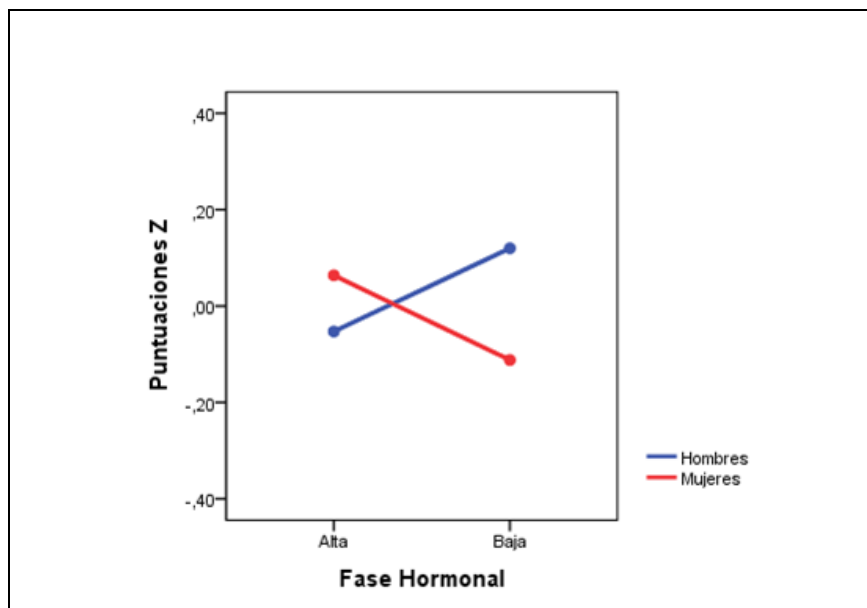


Gráfico 5. Memoria visoespacial de hombres y mujeres en función de la fase hormonal

Además, los contrastes a posteriori mostraron que en *Memoria visual de forma y tamaño* para la fase hormonal alta el rendimiento era significativamente mejor en el orden *1ª fase baja – 2ª fase alta*, por tanto cuando es la 2ª sesión de evaluación, que en el orden *1ª fase alta – 2ª fase baja*, cuando es la 1ª sesión de evaluación ($F_{1,71} = 7.606$, $p = .007$). Sin embargo para la fase hormonal baja no existían diferencias al respecto ($F_{1,71} = 0.058$, $p = .810$) (Gráfico 8). Por tanto, los niveles hormonales bajos en un encuentro inicial con la tarea facilitarían la ejecución posterior cuando los niveles son altos.

Por lo que respecta a la interacción entre la fase hormonal, el sexo y el orden de evaluación, el ANOVA de medidas repetidas no mostró que su efecto fuera significativo en ninguna de las medidas de memoria consideradas (Tabla 3).

Finalmente, en el ANOVA realizado con los datos de la primera sesión de evaluación no se observó un efecto significativo de la fase hormonal sobre el rendimiento en ninguno de los componentes de memoria, ni de su interacción con la variable sexo (Tabla 4).

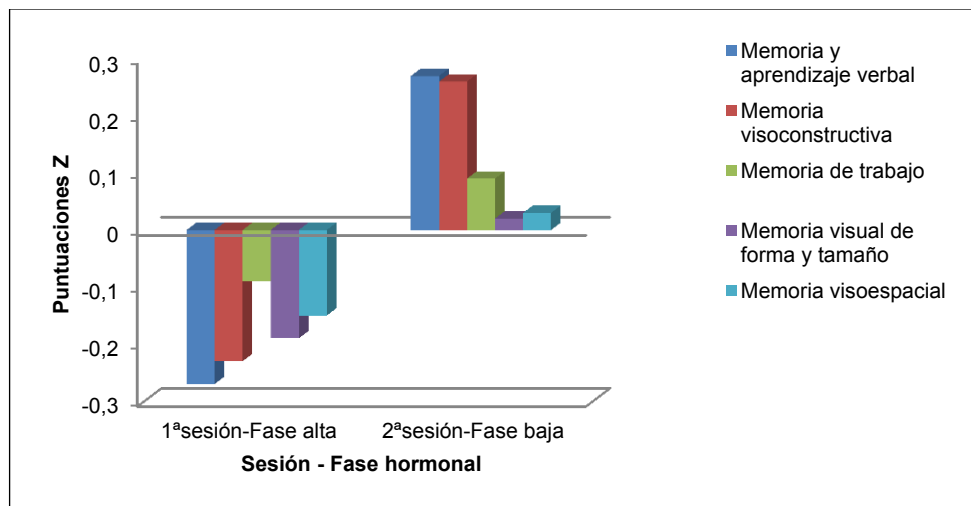


Gráfico 6. Componentes de memoria que muestran diferencias entre fases para el orden de evaluación 1ª fase alta-2ª fase baja.

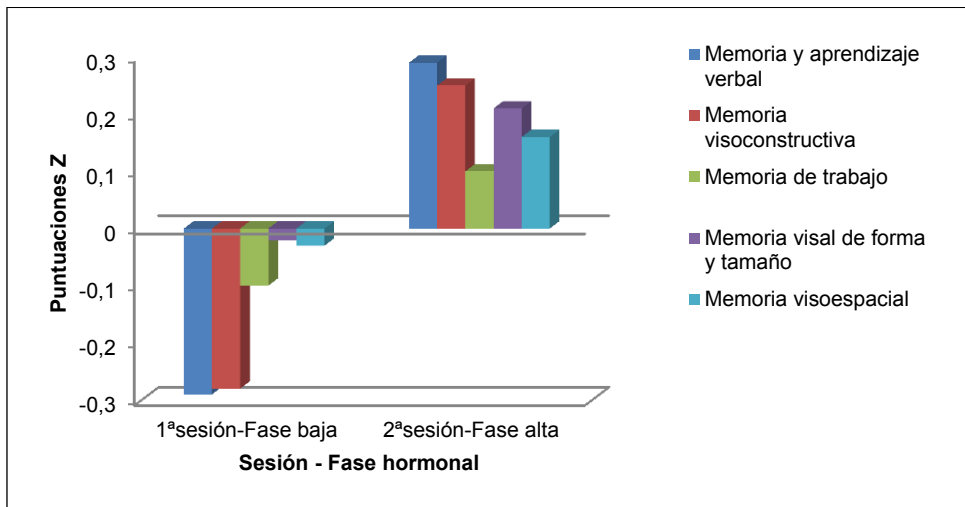


Gráfico 7. Componentes de memoria que muestran diferencias entre fases para el orden de evaluación 1º fase baja-2º fase alta

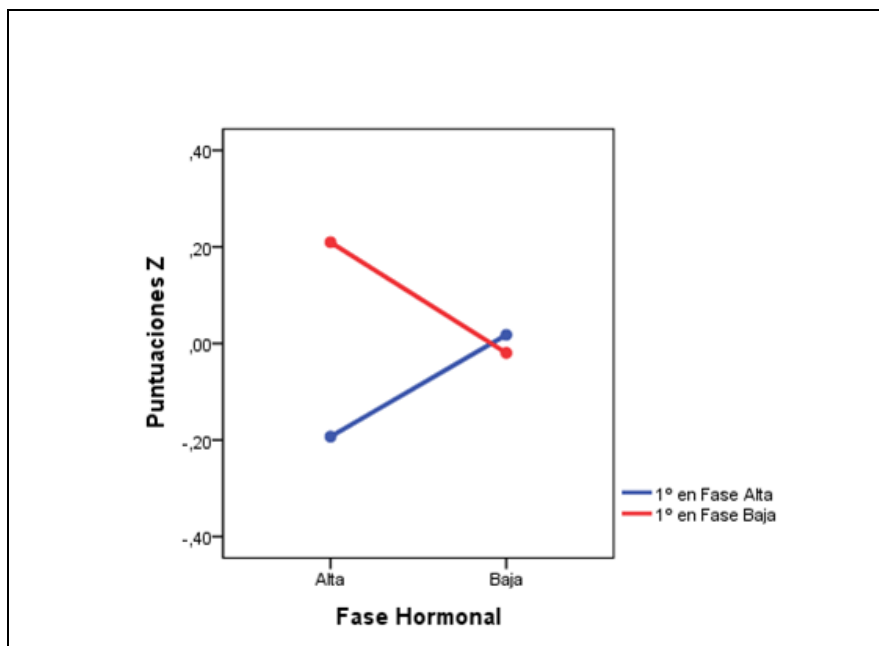


Gráfico 8. Memoria visual de forma y tamaño en distintas fases hormonales en función del orden de evaluación.

2.3. Relación entre niveles de hormonas gonadales y rendimiento en memoria

Para examinar las relaciones entre los niveles endógenos de estradiol y testosterona y la ejecución de memoria se llevaron a cabo análisis de correlación y de

regresión con los datos de la primera sesión de evaluación de los participantes que realizaron la analítica hormonal (9 hombres y 19 mujeres).

Por una parte se realizaron correlaciones producto-momento de Pearson entre las medidas de memoria y los niveles de estradiol y testosterona para cada sexo (Tabla 6). Se optó por la utilización de coeficientes de correlación parciales ya que los niveles de estradiol y testosterona no son independientes entre si (Simpson et al., 2002). Además, se utilizaron pruebas de significación unilaterales, ya que era esperable una relación positiva entre las medidas de memoria que muestran ventaja masculina y los niveles de testosterona, pero negativa con los niveles de estrógenos, y viceversa en el caso de las medidas que muestran ventaja femenina.

Tabla 6. Correlaciones entre los niveles de Estradiol y Testosterona y las medidas de memoria en la primera sesión de evaluación [r (p)].

	Hombres		Mujeres	
	Estradiol	Testosterona	Estradiol	Testosterona
Memoria y aprendizaje verbal	.061 (.443)	-.083 (.423)	-.385 (.057)	.400 (.050)*
Memoria visoconstructiva	-.592 (.061)	.194 (.323)	.064 (.401)	.075 (.383)
Memoria visual de objetos y localización espacial	.158 (.354)	.443 (.136)	.194 (.220)	-.215 (.196)
Memoria visoespacial	-.217 (.303)	-.214 (.305)	-.046 (.429)	.378 (.061)
Susceptibilidad a la interferencia	-.240 (.284)	-.072 (.433)	-.265 (.144)	.199 (.214)
Memoria de trabajo	.100 (.407)	-.240 (.283)	-.469 (.025)*	.163 (.259)
Memoria visual de forma y tamaño	.456 (.128)	.442 (.136)	-.415 (.044)*	.306 (.108)
Memoria auditiva inmediata	.311 (.227)	.201 (.316)	.188 (.227)	-.219 (.191)

* $p < .05$

Los resultados de los análisis de correlación mostraron, en el caso de los hombres, sólo una relación negativa con significación marginal entre los niveles de estradiol y la *Memoria visoconstructiva* ($r = -.592$, $p = .061$). En el caso de las mujeres, los niveles de estradiol mostraron relaciones negativas significativas con *Memoria de trabajo* ($r = -.469$, $p = .025$) y con *Memoria visual de forma y tamaño* ($r = -.415$, $p = .044$) y

marginalmente significativa con *Memoria y aprendizaje verbal* ($r = -.385$, $p = .057$). Con respecto a los niveles de testosterona en mujeres, se observó una relación positiva con *Memoria y aprendizaje verbal* que fue significativa ($r = .40$, $p = .05$), y con *Memoria visoespacial* que sólo alcanzó significación marginal ($r = .378$, $p = .061$).

Por otra parte, para comprobar en qué medida los niveles de hormonas gonadales podrían predecir el rendimiento en memoria de hombres y/o mujeres, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple de pasos sucesivos para cada sexo. En el caso de las mujeres, se observó un modelo predictivo significativo para la *Memoria de trabajo* ($F_{1,17} = 4.501$, $p = .049$) en el que se incluían únicamente los niveles de estradiol ($\beta = -.458$; $R^2 = .163$, $p = .049$), indicando que altos niveles predicen un peor rendimiento en esta medida (Gráfico 9). No se observó ningún otro modelo predictivo significativo para las demás medidas de memoria en mujeres.

En el caso de los hombres, no se observó ningún modelo predictivo significativo.

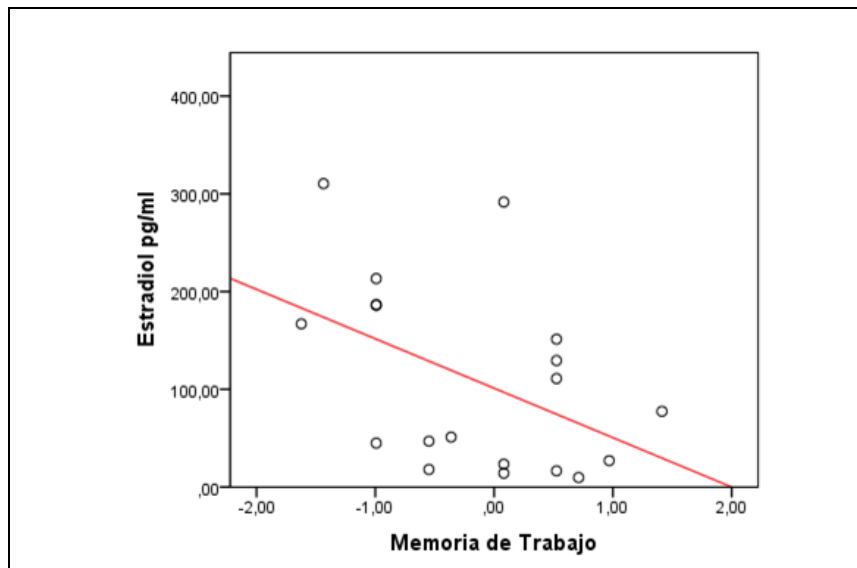


Gráfico 9. Relación lineal entre los niveles de estradiol y el componente de Memoria de trabajo en las mujeres

V. DISCUSIÓN

El presente trabajo se enmarca en el ámbito general de estudio de las diferencias entre sexos en el rendimiento neuropsicológico y de los posibles factores que modulan su existencia. En concreto, su objetivo general es estudiar las diferencias entre hombres y mujeres jóvenes sanos en memoria y el efecto sobre ella de las variaciones naturales en las hormonas sexuales. Antes de centrarnos en la discusión de los objetivos específicos planteados es necesario tener presentes algunas cuestiones del presente trabajo relevantes para la interpretación de sus resultados.

En primer lugar, en el presente estudio se han controlado variables extrañas relevantes por su posible influencia en el rendimiento neuropsicológico, tales como la edad, el nivel educativo, la lateralidad manual y el estado de ánimo, así como variables relacionadas con el ciclo menstrual, tales como la edad de menarquía y la duración del ciclo. En relación con ello se ha utilizado una muestra de adultos jóvenes sanos, estudiantes universitarios. Todos los participantes eran diestros, puesto que la lateralidad manual es un indicador de la organización funcional interhemisférica, la cual se desarrolla bajo la influencia de los niveles prenatales de las hormonas sexuales (Bryden, Hécaen & DeAgostini, 1983; Hécaen, DeAgostini & Monzon-Montes, 1981; Kimura, 2002; Lake & Bryden, 1976; Levy & Marylou, 1978). Además, se ha tratado de controlar el estado de ánimo, como variable que puede verse afectada por las variaciones hormonales y que, a su vez, puede influir sobre el rendimiento neuropsicológico (Golub, 1980; Mazur & Lamb, 1980). A este respecto no se han observado diferencias en el estado de ánimo entre sexos ni entre fases hormonales. Finalmente, en el caso de las mujeres, se han controlado la edad de menarquía, con el fin de seleccionar aquellas mujeres que han tenido un desarrollo hormonal dentro de la normalidad, y la duración del ciclo, puesto que en mujeres con ciclos regulares es posible calcular las fases hormonales con mayor

precisión. Así, sólo se han incluido aquellas con una edad de menarquía de entre 12 y 14 años y una duración del ciclo de entre 28 y 30 días.

En segundo lugar, se comprobó que en aquellos participantes a los que se tomaron medidas de los niveles hormonales endógenos, éstos se encontraban dentro de los rangos normales para la correspondiente fase hormonal. También se comprobó que estos valores mostraban las diferencias esperadas entre sexos y entre fases hormonales. Así, los niveles de testosterona eran mayores en hombres que en mujeres en cualquier fase hormonal. Los niveles de estradiol, por su parte, eran mayores en mujeres en fase lútea en comparación tanto con las mujeres en fase menstrual como con los hombres.

En tercer lugar, como medidas del rendimiento en memoria hemos utilizado las variables obtenidas tras el análisis factorial de las puntuaciones específicas de los tests. Con ello se reduce el número de medidas de memoria a analizar, y se evita la comisión de errores tipo II. Además, se consigue trabajar con una estructura más simple en la que están recogidos, a través de medidas más robustas, los distintos procesos de memoria evaluados. Los resultados de este análisis factorial mostraron que las puntuaciones relacionadas con el recuerdo de material verbal se agrupan en tres dimensiones que tienen que ver respectivamente con un factor que hemos denominado *Memoria auditiva inmediata* formado por el span de Dígitos directos; un factor de *Memoria de trabajo*, que incluye las puntuaciones de span de Dígitos inversos y de Letras y números; y en tercer lugar con el denominado factor de *Memoria y aprendizaje verbal* en el que se agrupan las puntuaciones del Test de Aprendizaje Audioverbal de Rey, excepto la de diferencia entre el quinto y sexto ensayo. Esta última, junto con la puntuación de errores de perseveración del Test de Retención Visual de Benton, forma un factor de *Susceptibilidad a la interferencia*.

Por lo que respecta a los demás factores, todos incluyen puntuaciones de test de

recuerdo de material visual. En concreto, las puntuaciones de aciertos, con carga negativa, y errores de desplazamiento del Test de Retención Visual de Benton forman un factor de *Memoria visoespacial*, el cual se relaciona con el recuerdo de la configuración global de la lámina. Las puntuaciones correspondientes a los errores de distorsión y tamaño de este mismo test se agrupan en otro factor que hemos denominado *Memoria visual de forma y tamaño*, ya que refleja el recuerdo de estas dos características concretas de las figuras. Por su parte, los errores de rotación, también de este test, se agrupan con carga negativa con las puntuaciones del Test de Memoria Visual de Objetos y Localización Espacial. Las puntuaciones de este último factor, al que hemos denominado *Memoria visual de objetos y localización espacial*, se relacionan con la capacidad de recordar los objetos y su localización sin tomar en cuenta la posición en relación a las demás figuras. Por último, las puntuaciones del Test de la Figura Compleja de Rey se agrupan en un único factor que refleja un componente de *Memoria visoconstructiva*.

Teniendo en cuenta estas consideraciones previas, se presenta a continuación la discusión de los resultados obtenidos, ordenados en función de los objetivos específicos propuestos.

1. DIFERENCIAS ENTRE SEXOS EN MEMORIA

El primer objetivo planteado en este estudio era comprobar si existen diferencias entre hombres y mujeres jóvenes sanos en memoria. Cuando se ha comparado su rendimiento tomando las dos ocasiones en que fueron evaluados, se ha encontrado una ventaja masculina en *Memoria auditiva inmediata*. Además, se han encontrado otros resultados que, si bien no alcanzan significación estadística, parecen indicar la tendencia a una ventaja masculina en *Memoria de trabajo para material verbal* y una ventaja femenina en *Memoria y aprendizaje verbal*. No se observaron diferencias entre sexos en *Memoria visoconstructiva*, *Memoria visoespacial*, *Memoria visual de forma y tamaño*,

Memoria visual de objetos y localización espacial, ni en la *Susceptibilidad a la interferencia*.

El diseño de medidas repetidas resulta idóneo para dar respuesta al objetivo general del presente trabajo. Sin embargo, a pesar de haber contrabalanceado el orden de las fases hormonales en las dos sesiones de evaluación, el hecho de que algunas pruebas sean susceptibles a un efecto de la práctica puede enmascarar diferencias entre sexos por efectos de aprendizaje diferentes entre hombres y mujeres (Hampson, 1990). Por ello se analizaron también las diferencias entre sexos en memoria en ausencia de experiencia previa con las pruebas, utilizando únicamente los datos obtenidos en la primera sesión de evaluación.

En este caso los resultados mostraron, por un lado, una ventaja femenina en *Memoria y aprendizaje verbal*, y en *Memoria visual de objetos y localización espacial*. Para ambos factores existiría un efecto de la práctica diferente entre hombres y mujeres que haría más homogéneo su rendimiento de cara a la segunda sesión de evaluación. Ello provocaría que las diferencias observadas en la primera sesión sean menos evidentes y no se hayan apreciado cuando se consideraba el rendimiento conjunto de ambas sesiones. Si bien estas diferencias en el efecto de aprendizaje entre hombres y mujeres no son significativas a nivel estadístico, se puede observar que es en estos factores de memoria en los que la interacción entre las variables sexo, fase hormonal y orden de evaluación ha dado lugar a los valores de alpha más bajos. Además, para la *Memoria visual de objetos y localización espacial* el resultado es coherente con los datos de Voyer y colaboradores (2007), que sugieren que existe un efecto techo en esta prueba, que las mujeres alcanzarían en la primera ejecución, mientras que los hombres necesitarían cierta práctica o familiaridad para lograrlo.

Por otro lado, las diferencias entre sexos en *Memoria auditiva inmediata* encontradas cuando se consideraban ambas sesiones de evaluación resultan menos evidentes cuando se analiza únicamente el rendimiento de hombres y mujeres en la primera sesión. Este hecho podría deberse a la disminución de los datos cuando sólo se tiene en cuenta la primera sesión de evaluación, o bien a que las variaciones hormonales entre fases podrían estar condicionando las diferencias entre sexos. Esta influencia de la fase hormonal sobre las diferencias entre sexos en memoria es comentada más adelante.

En cualquier caso, los resultados del presente estudio parecen coherentes con datos previos presentes en la literatura al respecto. En concreto, en memoria verbal, la ventaja femenina encontrada para el aprendizaje de una lista de palabras estaría en la línea de los resultados de trabajos previos que de forma consistente también han evidenciado una ventaja femenina (Berenbaum et al., 1997; Geffen et al, 1990; Hart & O'Shanick, 1993; Krueger & Salthouse, 2010; Otero et al., 2009; Pinto, 2004; Trahan & Quintana, 1990).

Por otro lado, los resultados del presente trabajo indican que en memoria auditiva inmediata existe una ventaja masculina coincidiendo con lo obtenido en un estudio previo (Otero et al., 2009). Además, estos resultados son coherentes con los obtenidos por Lynn e Irwin (2008) en su metanálisis sobre las diferencias entre sexos en la prueba de Dígitos en adultos y en niños. Estos autores encontraron que para esta prueba existía una ventaja masculina en adultos y una ventaja femenina en niños. Este cambio en la dirección de las diferencias hacia una ventaja masculina en adultos, podría explicarse en el marco de la existencia de efectos activadores de las hormonas sexuales durante la adolescencia (Blakemore, Burnett & Dahl, 2010). En particular, podría ser que los cambios en los niveles de testosterona y estrógenos en la pubertad afecten a regiones del córtex que se han relacionado con la capacidad de memoria auditiva inmediata, tal como el córtex

frontal ventrolateral (Sun et al., 2005). En esta dirección apuntan los datos sobre cambios asociados a la adolescencia y la maduración gonadal, tanto en sustancia gris (Giedd et al., 1999) como blanca (Herting, Maxwell, Irvine & Nagel, 2012; Perrin et al., 2008, 2009) de áreas frontales y parietales.

En contraste con estos resultados, que indican que habría diferencias a favor de los varones en memoria auditiva inmediata, en un trabajo realizado por Duff y Hampson (2001) no se han evidenciado diferencias entre sexos para este componente de la memoria. Tanto en este estudio como en el de Otero y colaboradores (2009) citado anteriormente se utilizó la prueba de Dígitos de la WAIS-III en una muestra de adultos jóvenes, por lo que otros factores, distintos del tipo de muestra o las pruebas empleadas, deben estar implicados en la existencia de diferencias entre sexos en memoria auditiva inmediata.

Por lo que respecta a la tendencia a una ventaja masculina en memoria de trabajo para material verbal encontrada en este trabajo, los resultados están en la línea de lo obtenido en un trabajo previo en el que se utilizaron las mismas pruebas que en el presente estudio, Dígitos Inversos y Letras y Números de la WAIS-III (Otero et al., 2009). Sin embargo, estos resultados son contrarios a los hallados en otros trabajos en los que se han utilizado otro tipo de tareas de memoria de trabajo verbal, y en los que no se han controlado los ciclos naturales de las hormonas sexuales. Por ejemplo, Duff y Hampson (2001) encontraron una ventaja femenina en una tarea consistente en decir los números del 1 al 10 de modo aleatorio, sin repetir ningún dígito, durante 10 ensayos. La diferencia entre esta tarea y las tareas utilizadas en el presente trabajo podría residir en la capacidad de memoria auditiva inmediata requerida. En la tarea utilizada por Duff y Hampson no es necesaria una memorización previa de la información, y los propios autores sugieren que la ventaja femenina que ellos observan en memoria de trabajo es

independiente de la memoria auditiva inmediata, pues no hallaron diferencias entre sexos al respecto. También se ha observado una ventaja femenina en tareas de recuperación hacia atrás o *N-back*, ante el recuerdo de estímulos verbales presentados una, dos o tres posiciones atrás en una serie (Speck et al., 2000). De nuevo esta es una tarea en la que no es necesaria una gran capacidad de memoria auditiva inmediata para su ejecución, a diferencia de las utilizadas en el presente estudio.

Todos estos datos parecen sugerir que en ciertas tareas de memoria de trabajo, tales como las aquí empleadas, la mayor capacidad de memoria auditiva inmediata que como hemos visto poseen los varones les llevaría a un mejor rendimiento. Sin embargo, cuando aumenta la carga de trabajo en el ejecutivo central y no es tan importante el mantenimiento temporal de la información, las mujeres pueden obtener mejores resultados. Este hecho guardaría relación con la existencia de diferencias entre sexos en áreas del córtex activadas diferencialmente por tareas de memoria auditiva inmediata y de memoria de trabajo verbal. Así, los hombres presentan un mayor tamaño del lóbulo parietal inferior izquierdo (Frederikse et al., 1999; Kulynych et al., 1994), implicado en el mantenimiento temporal de la información verbal (D'Esposito, Postle, Ballard & Lease, 1999). Las mujeres, por su parte, presentan un mayor tamaño (Schlaepfer et al., 1995) y mayor densidad de materia blanca (Szeszko et al., 2003) del córtex prefrontal dorsolateral izquierdo, zona en la que se incrementa la activación cuando es necesario el papel del ejecutivo central para la manipulación y codificación de la información (Cabeza, Dolcos, Graham & Nyberg, 2002; D'Esposito et al., 1999; Manoach, Schlaug, Siewert & Darby, 1997; Rypma & D'Esposito, 1999; Rypma, Prabhakaran, Desmond, Glover & Grabieli, 1999).

Otra explicación a esta disparidad de resultados sobre las diferencias entre sexos para memoria de trabajo verbal es posible, y tendría que ver con que uno y otro sexo

utilicen distintas estrategias para resolver diferentes tareas de memoria de trabajo con material verbal. Este hecho se basaría en resultados que indican que en tareas de memoria de trabajo como Dígitos inversos o Letras y números, aquí utilizadas, pero no en tareas como la de Duff y Hampson (2001), se produce activación, además de en zonas izquierdas, en zonas parietales y occipitales derechas (Haut, Kuwabara, Leach & Arias, 2000), lo que podría guardar relación con la utilización de estrategias visoespaciales para la resolución de dichas tareas. Además, se ha visto que los hombres presentan una ventaja ante las mujeres en las tareas *N-back* cuando los estímulos son visuales o espaciales (Lejback et al., 2011) o en otro tipo de tareas de memoria de trabajo visoespacial (Kaufman, 2007; Linn & Peterson, 1985; Loring Meier & Halpern, 1999; Voyer et al., 1995). Por todo ello, no se puede descartar que la utilización de estrategias visoespaciales lleve a una ventaja masculina en aquellas tareas verbales que se benefician de su utilización, o a una ausencia de diferencias al igualarse el rendimiento de ambos sexos utilizando diferentes estrategias. Algunos trabajos de neuroimagen apuntan en esta dirección, ya que han puesto de manifiesto diferencias entre sexos en el patrón de activación cerebral durante tareas de memoria de trabajo en las que el rendimiento era similar entre sexos (Cheing et al., 2003; Hoshi et al., 2000; Speck et al., 2000).

Por tanto, podemos deducir que las diferencias entre sexos en memoria de trabajo verbal dependen del tipo de tarea utilizada, así como de las estrategias o habilidades que estén implicadas en su ejecución. En función de estos factores, las diferencias pueden seguir una u otra dirección, o bien acercar el rendimiento de ambos sexos y no mostrar diferencias. Ello podría explicar el hecho de que en la literatura al respecto exista una gran disparidad de resultados, destacando la importancia de tomar en cuenta el tipo de medida utilizado al interpretar las diferencias entre hombres y mujeres en memoria de trabajo verbal.

Por otro lado, en el presente estudio hemos encontrado que las mujeres presentan mejor rendimiento que los hombres en memoria de objetos y localización espacial, lo cual indica que recuerdan mejor los objetos que formaban la composición y reconocen mejor cuáles de ellos han sido cambiados de posición. Este es el único componente de la memoria visoespacial en el que la literatura recoge una ventaja femenina (Alexander, Packard & Peterson, 2002; De Goede & Postma, 2008; Eals & Silverman, 1994; McBurney et al., 1997; Silverman & Eals, 1992). Cuando se valora el recuerdo de la localización espacial de los estímulos mediante la reconstrucción de la distribución global de los mismos, los hombres parecen presentar mejor rendimiento que las mujeres (Postma et al., 1999). Además, como hemos indicado, los hombres presentarían ventaja respecto de la mujeres en memoria de trabajo visoespacial, la cual según Kaufman (2007) provocaría que los hombres rindan mejor en otras habilidades, como la visualización espacial o la rotación mental. Según esto cabría esperar una ventaja masculina en otros aspectos de la memoria visoespacial medidos en el presente estudio, sin embargo no hemos encontrado diferencias entre sexos. Así, por lo que respecta a la *Memoria visoconstructiva*, la *Memoria visual de forma y tamaño* y la *Memoria visoespacial*, tampoco Perea y Ladera (1995) encontraron diferencias entre sexos utilizando las mismas tareas que en el presente trabajo, ni en trabajos que recojan datos normativos para estas pruebas se han observado diferencias entre sexos (Palomo et al., 2012; Youngjohn, Larrabee & Crook, 2007).

En particular, cabría esperar que el factor de *Memoria visoespacial* aquí medido mostrara ventaja masculina ya que, como se ha indicado anteriormente, refleja el recuerdo de la distribución global de los elementos de la lámina, por lo que se podría equiparar con la condición del recuerdo de la distribución global de los objetos en los trabajos llevados a cabo por Postma y colaboradores (Postma et al., 1996, 1998, 1999) y

en la que observaron una ventaja masculina. Sin embargo, la tarea utilizada por estos autores está compuesta por diez objetos, por tanto es más compleja que el test de Retención Visual de Benton, empleado en el presente estudio, en el que sólo se debe recordar la distribución global de una lámina compuesta por tres figuras.

El bajo nivel de complejidad de las pruebas utilizadas también podría ser la razón de que no hayamos observado diferencias entre sexos en el componente de *Susceptibilidad a la interferencia*. En un estudio llevado a cabo por Mefoh (2010) se observó una ventaja femenina en la resistencia a la interferencia retroactiva y proactiva en una tarea de recuerdo de pares asociados de palabras. Sin embargo, la complejidad de esta prueba es mayor que el grado de dificultad del Aprendizaje Audioverbal de Rey o el Test de Retención Visual de Benton aquí utilizados, en los que el rendimiento de uno y otro sexo se acerca al techo de la prueba y no se ve influenciado por la interferencia.

En un trabajo realizado por Salgado y colaboradores (2011), también se observó una ventaja femenina en la resistencia a la interferencia retroactiva, en este caso medida mediante el Test de Aprendizaje Audioverbal de Rey. Sin embargo, en este trabajo se utilizó una muestra de diferentes rangos de edad y nivel educativo, y observaron que ambas variables afectaban también al rendimiento, de modo que la resistencia a la interferencia era peor en los participantes de mayor edad y menor nivel educativo. Por tanto, parece que en una muestra de estudiantes universitarios, la complejidad del Test Audioverbal de Rey no sería suficiente para que surjan diferencias entre sexos para este aspecto de la memoria. Este hecho pone de manifiesto que la aparición de diferencias entre sexos podría depender de variables sociodemográficas como la edad o el nivel educativo, las cuales han sido controladas en el presente trabajo.

2. EFECTO DE LA FASE HORMONAL SOBRE EL RENDIMIENTO EN MEMORIA

El segundo objetivo del presente trabajo pretendía comprobar si las variaciones naturales en las hormonas sexuales de hombres y mujeres jóvenes sanos afectan a su rendimiento en memoria. Nuestros resultados ponen de manifiesto que no influyen de forma significativa, ni en hombres ni en mujeres. Sin embargo, en aquellas medidas de memoria en las que se observa un efecto conjunto de la fase y el sexo se aprecia que el cambio a lo largo de los ciclos hormonales es distinto en hombres y mujeres, pero estas diferencias son comentadas en el siguiente apartado.

En el resto de medidas de memoria estudiadas en el presente trabajo no se han observado variaciones a lo largo de los ciclos hormonales. En el caso de la *Memoria de trabajo verbal*, Rosenberg y Park (2002) sí encontraron variaciones a lo largo del ciclo menstrual, observando un mejor rendimiento en la fase ovulatoria, pero no hallaron diferencias entre la fase lútea y la fase menstrual, al igual que en el presente trabajo. En la fase ovulatoria los niveles de estrógenos son más altos que en la fase lútea, lo cual sugiere que amplias variaciones en los niveles de estrógenos sí podrían afectar al rendimiento en memoria de trabajo verbal. Sin embargo, en contraposición a estos resultados, Konishi y colaboradores (2009) observaron un mejor rendimiento en tareas de memoria de trabajo verbal durante la fase menstrual en comparación con la fase lútea. Al igual que estos autores, en un trabajo previo, hemos observado un mejor rendimiento en memoria de trabajo para material verbal durante la fase menstrual en comparación con la fase lútea (Otero et al., 2009). El hecho de que en el presente trabajo no se hayan encontrado estas variaciones podría explicarse por la agrupación de las medidas en los componentes principales. Así, si bien en la investigación previa se encontraron variaciones en la prueba de Letras y números y no en el span de Dígitos inversos, ambas medidas han sido consideradas conjuntamente en el presente trabajo, lo cual podría explicar la ausencia de resultados significativos a nivel estadístico.

Con respecto al resto de medidas estudiadas y en las que no se han observado variaciones a lo largo de los ciclos hormonales (*Susceptibilidad a la interferencia*, *Memoria visual de forma y tamaño*, *Memoria visoconstructiva* y *Memoria visual de objetos y localización espacial*), la literatura ofrece pocos datos. Phillips y Sherwin (1992) tampoco encontraron variaciones según la fase del ciclo menstrual para la memoria visual de formas geométricas. Por su parte, con respecto a la memoria visual de objetos y localización espacial, Postma y colaboradores (1999), en la línea de nuestros resultados, no observaron cambios a lo largo del ciclo menstrual en la capacidad de recordar la asignación de cada objeto a su posición original.

Puesto que, como ya se ha mencionado, algunas de las pruebas utilizadas en el presente trabajo son susceptibles de un efecto de aprendizaje diferente en hombres y mujeres, se ha considerado de interés analizar la posible influencia de la fase hormonal en ese efecto. Los resultados mostraron que, como sería de esperar, el rendimiento en *Memoria y aprendizaje verbal* y *Memoria visoconstructiva* era mejor en la segunda sesión de evaluación, para cualquiera que fuese el orden de evaluación de las fases. Esta tendencia también se observa para la *Memoria de trabajo verbal*, aunque en este caso las diferencias entre la primera y la segunda sesión no son significativas a nivel estadístico para ninguna fase hormonal. Ello guardaría relación con el hecho de que la capacidad de memoria de trabajo es menos susceptible de aprendizaje.

En *Memoria visual de forma y tamaño* sí se apreciaron diferencias según el orden de evaluación. Así, se observaron diferencias en el rendimiento durante la fase hormonal alta, siendo mejor cuando esta coincidía con la segunda sesión de evaluación. Sin embargo, el rendimiento durante la fase hormonal baja era similar tanto si se trataba de la primera como de la segunda sesión de evaluación. Este hecho parece reflejar un efecto facilitador de la fase hormonal baja para el recuerdo visual de forma y tamaño, ya que

cuando la primera sesión de evaluación tiene lugar durante esta fase da lugar a una mejora significativa en el recuerdo en la segunda sesión. Este mismo efecto también tiende a darse en la *Memoria visoespacial*, aunque en este caso las diferencias entre sesiones de evaluación no fueron significativas a nivel estadístico.

Si bien no hay trabajos previos en los que se haya evidenciado esta influencia de la fase hormonal sobre el aprendizaje de tareas de memoria visual, este efecto de aprendizaje sí se ha observado en otras tareas relacionadas. Así, Hampson (1990a) también encontró un efecto significativo del ciclo menstrual sobre el aprendizaje en tareas espaciales, de manera que realizar la tarea por primera vez durante la fase menstrual favorece su aprendizaje de cara a la segunda sesión de evaluación. Además, Hampson y colaboradores (2004) observaron cambios en la precisión perceptiva a lo largo del ciclo menstrual, de modo que las mujeres reconocían de modo más rápido y preciso objetos desfragmentados durante la fase menstrual que durante la fase lútea, lo que podría influir en la capacidad de aprendizaje de estímulos visuales. En nuestro trabajo esta posible influencia de la fase sobre el aprendizaje para el recuerdo de estímulos visuales se observa en ambos sexos, lo cual sugiere que bajos niveles de hormonas sexuales tanto en un sexo como en otro facilitan la percepción y/o codificación de material visual, mejorando la ejecución de la segunda sesión de evaluación. Teniendo en cuenta los resultados de trabajos previos, cabría plantearse la existencia de un nivel óptimo de estrógenos para este aprendizaje. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de considerar en futuros estudios sobre diferencias entre sexos no sólo el efecto de la fase hormonal sobre la medida considerada, sino también sobre el aprendizaje. Por ello, también sería de interés profundizar acerca del efecto de los ciclos hormonales sobre la memoria implícita, un aspecto que se ha estudiado aun de modo muy limitado (Hampson et al., 2005; Maki et al., 2002).

3. EFECTO DE LA FASE HORMONAL SOBRE LAS DIFERENCIAS ENTRE SEXOS EN MEMORIA

Nuestro tercer objetivo era examinar el efecto de las variaciones naturales en las hormonas sexuales de hombres y mujeres jóvenes sanos sobre sus diferencias en memoria. Al respecto, hemos encontrado que efectivamente hay medidas en las que la existencia de diferencias entre sexos depende de la fase hormonal en que se encuentren. Es el caso de la *Memoria auditiva inmediata*, en la que hay una ventaja masculina cuando ambos sexos están en fase hormonal baja pero no cuando están en fase hormonal alta. Si bien no resultaron significativas las variaciones en el rendimiento en esta medida ni en hombres ni en mujeres a lo largo de sus respectivos ciclos hormonales, lo cierto es que los hombres tienden a mejorar en esta medida por la tarde, mientras que el rendimiento femenino empeora durante la fase menstrual. Estas tendencias provocan que durante la fase hormonal baja los niveles de rendimiento de uno y otro sexo se distancien. En trabajos previos no se han observado variaciones a lo largo del ciclo menstrual en esta medida (Castillo et al., 2008; Phillips & Sherwin, 1992), y para los ciclos en varones no se han realizado estudios.

Este aspecto de memoria, como hemos visto, parece verse afectado por los cambios hormonales ocurridos durante la adolescencia, y que derivan en una ventaja masculina, sin embargo, no deja de ser susceptible a las variaciones hormonales ocurridas en la vida adulta, que atenúan o acentúan esas diferencias. Este hecho podría explicar que algunos trabajos no hayan encontrado diferencias entre sexos en memoria auditiva inmediata al no controlar los ciclos hormonales. Así, como hemos visto Duff y Hampson (2001), utilizando la misma prueba y una muestra similar a la del presente trabajo, no encontraron diferencias entre sexos, quizás debido a que no hayan tenido en cuenta las fases hormonales en hombres y mujeres.

El efecto de la fase hormonal sobre las diferencias entre sexos se observa también en las medidas de *Memoria y aprendizaje verbal* y *Memoria visoespacial* que, si bien no alcanza la significación estadística, informa acerca de una tendencia. Así, en la *Memoria y aprendizaje verbal*, los contrastes a posteriori mostraron una ventaja femenina únicamente durante la fase hormonal alta, pues el rendimiento femenino tiende a mejorar durante la fase lútea, mientras que el rendimiento de los hombres tiende a empeorar durante la mañana. Si bien en muchos trabajos no se han evidenciado variaciones en el rendimiento en memoria verbal a lo largo del ciclo menstrual (Hatta & Nagaya , 2009; Maki et al., 2002; Mordecai et al., 2008; O'Reilly et al., 2004; Phillips & Sherwin, 1992; Resnick et al., 1998), en otros se ha evidenciado un mejor rendimiento durante las fases del ciclo menstrual correspondientes con niveles hormonales altos (Castillo et al., 2008; Islam et al., 2008). Castillo y colaboradores (2008), a diferencia de los trabajos realizados en esta línea, comparan la fase ovulatoria, en la que observan un mejor rendimiento, con la fase menstrual. En la fase ovulatoria los niveles de estrógenos son más altos que en la fase lútea, lo cual sugiere que amplias variaciones en los niveles de estrógenos son necesarias para observar un efecto significativo sobre el rendimiento. Nuestros resultados apuntan en esta dirección, ya que las mujeres mejoran en la fase lútea, lo que unido a las variaciones en los hombres por el ciclo de la testosterona da lugar a un distanciamiento del rendimiento de ambos sexos. Por ello, estos resultados sugieren la necesidad de tener en cuenta las variaciones hormonales en el estudio de las diferencias entre sexos también en memoria y aprendizaje verbal. Además, también sugieren la necesidad de estudiar la influencia de los ciclos naturales de la testosterona sobre el rendimiento en memoria verbal de adultos jóvenes, puesto que no se dispone de estudios que analicen esta relación.

Por otra parte, en *Memoria visoespacial*, si bien los contrastes no mostraron diferencias entre sexos en ninguna fase hormonal, la dirección de los cambios en las fases del ciclo hormonal es diferente en hombres y mujeres. Así, el rendimiento de las mujeres mejora en la fase hormonal alta, o lútea, comparado con la fase menstrual, mientras que en el caso de los hombres ocurre lo contrario, mejorando su rendimiento en la fase hormonal baja, es decir por la tarde. Esta tendencia es consistente con trabajos previos que evidencian un nivel óptimo de testosterona para el rendimiento espacial, obteniendo los hombres mejores resultados por la tarde o durante la primavera (Kimura & Hampson, 1994; Kimura & Toussaint, 1991; Moffat & Hampson, 1996) y con aquellos que evidencian una mejor capacidad para recordar la localización espacial de los objetos al reproducir su posición original en mujeres durante la fase lútea (Postma et al., 1999).

Finalmente, la tendencia a una ventaja masculina en *Memoria de trabajo verbal* que encontramos en el presente trabajo parece independiente de las variaciones hormonales. Sin embargo, esto podría deberse al hecho de considerar de forma conjunta los resultados obtenidos en los test de Dígitos inversos y Letras y números. En un trabajo previo hemos observado una ventaja masculina independiente de los ciclos hormonales en Dígitos inversos, pero en Letras y números la ventaja masculina únicamente era evidente durante la fase hormonal alta, pues las mujeres empeoraban su rendimiento en esta prueba durante la fase lútea (Otero et al., 2009). En cualquier caso, los resultados obtenidos no apoyarían la hipótesis propuesta, al comentar la ventaja masculina en memoria de trabajo verbal, acerca de un mejor rendimiento en memoria de trabajo verbal por una mayor capacidad de memoria auditiva inmediata, puesto que, de ser así, el rendimiento femenino en memoria de trabajo mejoraría durante la fase lútea, al igual que en memoria auditiva inmediata. Por el contrario, los resultados irían en consonancia con la hipótesis de la utilización de estrategias visoespaciales para la ejecución de tareas de memoria de trabajo

verbal, puesto que el rendimiento de las mujeres en tareas visoespaciales mejora durante la fase menstrual (Hampson 1990 a, b).

Los resultados aquí expuestos en relación a las diferencias entre sexos y las variaciones en el rendimiento asociadas a los ciclos hormonales nos llevan a plantear la necesidad de tener en cuenta las variaciones hormonales ocurridas durante la vida adulta en el estudio de las diferencias entre sexos en el rendimiento neuropsicológico, en particular en medidas de memoria auditiva inmediata, memoria y aprendizaje verbal y memoria visoespacial. Sin embargo, no se descarta que también deban tenerse en cuenta en otras medidas que en el presente trabajo no mostraron un efecto significativo por un posible efecto techo, el tamaño de la muestra utilizada o la consideración de varias medidas de forma conjunta.

4. RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE HORMONAS GONADALES ENDÓGENOS Y EL RENDIMIENTO EN MEMORIA

El último objetivo del presente estudio era analizar la relación del rendimiento en memoria de hombres y mujeres con sus niveles endógenos de hormonas gonadales. Por lo que respecta a las mujeres, se ha observado que los niveles de estradiol se relacionan negativamente con la *Memoria de trabajo verbal* y la *Memoria visual de forma y tamaño* y tienden a una relación negativa con la *Memoria y aprendizaje verbal*. Además, el único modelo de regresión lineal múltiple que resultó significativo, tanto de los realizados en hombres como los realizados en las mujeres, predice un peor rendimiento en *Memoria de trabajo verbal* en mujeres ante niveles altos de estradiol. Por su parte, los niveles de testosterona se relacionan positivamente con la *Memoria y aprendizaje verbal*, y tienden a una relación positiva con la *Memoria visoespacial*. Por lo que respecta a los hombres, no se evidencian correlaciones significativas entre los niveles de testosterona y el

rendimiento en memoria, mientras que los niveles de estradiol tienden a una relación negativa con la *Memoria visoconstructiva*.

Con respecto a la relación negativa entre los niveles de estrógenos y la *Memoria de trabajo verbal* en las mujeres, estos resultados van en consonancia con el mejor rendimiento observado en esta medida durante la fase menstrual en un trabajo previo (Otero et al., 2009). Como ya hemos mencionado, el hecho de considerar de forma conjunta las medidas de Dígitos inversos y Letras y números ha podido dar lugar a una ausencia de variaciones a lo largo del ciclo en el presente trabajo. Por otro lado, esta relación negativa con los niveles de estrógenos también apoyaría la hipótesis de la utilización de estrategias visoespaciales para la ejecución de tareas de memoria de trabajo verbal, puesto que bajos niveles de estrógenos se relacionan con un mejor rendimiento visoespacial en las mujeres (Hampson, 1990; Hausmann et al., 2000).

Relacionado con el efecto de los estrógenos sobre determinadas habilidades neuropsicológicas, Goldstein y colaboradores (2001) han estudiado cómo es la distribución espacial de los receptores estrogénicos en aquellas áreas cerebrales que se han diferenciado entre sexos en etapas muy tempranas de desarrollo, sin descartar la influencia que las hormonas sexuales ejercen en esas mismas áreas durante la vida adulta. Estos autores encontraron que en áreas de los lóbulos frontales existen receptores de estrógenos, lo cual sugiere que el desarrollo de los lóbulos frontales está influido por las condiciones hormonales tempranas y de la adolescencia, y que, posiblemente, bajos niveles de estradiol hayan favorecido el desarrollo de áreas prefrontales que, en la vida adulta, intervienen en la resolución de tareas de memoria de trabajo verbal. Asimismo, los datos del presente trabajo sugieren que bajos niveles de estrógenos durante la vida adulta favorecen la resolución de este tipo de tareas, y que es posible que esa ejecución esté relacionada con la utilización de estrategias visoespaciales. Este hecho nos lleva a sugerir

la existencia de un nivel óptimo de estrógenos para el rendimiento en memoria de trabajo verbal, correspondiente con bajos niveles en mujeres, y que este nivel acercaría el rendimiento de hombres y mujeres en esta medida.

Por lo que respecta a la *Memoria y aprendizaje verbal*, la relación observada con los niveles hormonales muestra un efecto positivo de la testosterona en las mujeres, mientras que los estrógenos tienden a influir de modo negativo. Estos resultados contrastan con la ventaja femenina observada en el presente trabajo que, además, se hace más evidente durante la fase hormonal alta. También discrepan de aquellos trabajos que evidencian un efecto positivo de los estrógenos sobre la memoria verbal en las mujeres posmenopáusicas que reciben terapias de reemplazo hormonal (Carlson, 2000; Drake et al., 2000; Hogervost et al., 2000; LeBlanc et al., 2001; Wolf & Kirschbaum, 2001; Yaffe et al., 2007;) Sin embargo, también hay trabajos que evidencian un efecto negativo de la administración de estrógenos durante la etapa posmenopáusica en memoria verbal (Maki, Gast, Vieweg, Burris & Yaffe, 2007; Resnick et al., 2006). La relación entre los niveles hormonales endógenos y el rendimiento en memoria ha sido poco estudiado en adultos jóvenes. Los resultados existentes muestran una relación negativa entre la testosterona y el recuerdo verbal demorado (Mordecai et al., 2008) y una relación positiva entre los niveles de estrógenos y el aprendizaje verbal (Phillips & Sherwin, 1992) en mujeres.

El hecho de que hayamos observado un mejor rendimiento en mujeres durante la fase lútea y una relación negativa con los niveles de estradiol sugiere que hay otros factores en torno al ciclo menstrual que pueden estar influyendo en esos resultados. Puesto que hemos controlado aquellas variables relacionadas con síntomas premenstruales, al evitar los días del ciclo en los que estos suelen aparecer, así como con el estado de ánimo, es posible que otras hormonas estén influyendo sobre la memoria verbal, o que sea la combinación de varias de ellas las que influyan sobre el rendimiento.

De hecho, a la par que una relación negativa entre el rendimiento y los estrógenos, hemos observado una relación positiva con la testosterona, por lo que sería de interés analizar la relación entre el rendimiento y la razón entre los niveles de estrógenos y testosterona. Es necesaria más investigación al respecto en adultos jóvenes para comprender el efecto de las hormonas sexuales sobre la memoria verbal, y si es su acción conjunta lo que explicaría las variaciones observadas entre diferentes fases del ciclo menstrual.

Por otro lado, hemos encontrado que los niveles de estradiol en las mujeres se relacionan de modo negativo con la *Memoria visual de forma y tamaño*. Si bien en esta medida no hemos observado cambios a lo largo del ciclo menstrual ni diferencias entre sexos, los datos sí revelan que en esta tarea el efecto de aprendizaje se ve favorecido por bajos niveles hormonales. Lamentablemente, en los hombres no poseemos medidas hormonales durante la tarde, por lo que no contamos con variaciones en las medidas hormonales lo suficientemente amplias para comprobar este efecto, ni en la literatura hay datos al respecto. La relación entre los niveles de estradiol y la memoria visual sí ha sido estudiada, aunque durante la vejez. Los resultados al respecto estarían en la línea de lo aquí encontrado, ya que muestran que bajos niveles de estrógenos en las mujeres posmenopáusicas se relacionan con mejor memoria visual (Drake et al., 2000).

Por otro lado, los resultados del presente trabajo muestran una tendencia a un efecto positivo de los niveles de testosterona sobre la *Memoria visoespacial* en las mujeres. Este dato estaría en consonancia con aquellos trabajos que encuentran una ventaja masculina en el recuerdo de las posiciones espaciales de una distribución de objetos (Postma et al., 1998; 1999), así como aquellos que sugieren la existencia de un nivel óptimo de testosterona para el rendimiento visoespacial, el cual se corresponde con los niveles más altos de testosterona en mujeres (Kimura y Hampson, 1994). Esta hipótesis también es apoyada por el trabajo de Postma y colaboradores (2000), quienes

administraron testosterona a un grupo de mujeres jóvenes y sanas, y comprobaron que su rendimiento en memoria visoespacial mejoraba tras la administración (Postma et al., 2000).

Por lo que respecta a los hombres, la ausencia de relaciones significativas entre los niveles de testosterona y el rendimiento en memoria contrasta con la literatura y con lo esperado, aunque la muestra de varones es muy pequeña y sólo se tomaron medidas por la mañana, por lo que las variaciones en los niveles hormonales quizás no fueron suficientes para encontrar un efecto significativo. Esto debe ser tenido en cuenta por futuros estudios, pues sería de interés utilizar muestras de mayor tamaño, así como disponer de datos hormonales correspondientes a la última hora del día.

Sí ha aparecido en los hombres una tendencia a una relación negativa entre los niveles de estrógenos y la memoria visoconstructiva. Si bien los estudios acerca de la influencia hormonal sobre el rendimiento neuropsicológico en los hombres se han centrado en la testosterona, los presentes resultados sugieren que también los estrógenos podrían influir de algún modo en ese rendimiento. Los resultados irían en la línea de aquellos que encuentran en la vejez un mayor riesgo de deterioro cognitivo en varones con altos niveles de estrógenos (Geerlings et al., 2006; Irie et al., 2006; Muller, van den Beld, Grobbee, Jong & Lamberts, 2009; Ravaglia et al., 2007). Es posible que, en algunas medidas, sean los niveles bajos de estradiol, o bien la razón entre los niveles de estradiol y testosterona, los que provoquen un mejor rendimiento en algunas medidas tales como la memoria visoconstructiva, por lo que se debe atender a ello en futuros estudios.

En resumen, los datos revelan que, en general, los estrógenos en las mujeres influyen de modo negativo en tareas de memoria que dependen de áreas prefrontales, tal como la memoria de trabajo verbal, así como en medidas de memoria visual, mientras que la testosterona influye de modo positivo en tareas de memoria verbal y visoespacial.

En el caso de los hombres, dada la pequeña muestra en la que se tomaron medidas hormonales, así como la falta de datos correspondientes con la tarde, apenas se observan relaciones significativas. La única observada evidencia una tendencia a la relación negativa entre los niveles de estrógenos y la memoria visoconstructiva.

Finalmente, podemos indicar que los datos aquí aportados están en consonancia tanto con los resultados que hemos obtenido al analizar los cambios en el rendimiento de las mujeres a lo largo del ciclo menstrual como con la literatura al respecto, salvo en el caso de la memoria y aprendizaje verbal. Para esta medida, la relación observada entre el rendimiento y los niveles hormonales es, aparentemente, contradictoria. Sin embargo, plantea la posibilidad de que sean otras hormonas relacionadas con el ciclo menstrual, o bien la acción conjunta de varias de ellas, las que influyan en el rendimiento. Por ello, se plantea la necesidad de tener en cuenta los posibles efectos de la progesterona o de las hormonas gonadotropinas, así como la razón entre los estrógenos y la testosterona, al estudiar la relación entre el rendimiento en memoria y los niveles hormonales. Asimismo, es necesario estudiar con mayor profundidad la relación entre los niveles de testosterona en hombres y su rendimiento en memoria, teniendo en cuenta variaciones hormonales más amplias asociadas a los ciclos naturales masculinos.

VI. CONCLUSIONES

La discusión de los resultados obtenidos en esta investigación nos permite extraer las siguientes conclusiones:

1. Existen diferencias entre hombres y mujeres jóvenes sanos en:
 - Memoria auditiva inmediata, en la que los hombres muestran una mejor ejecución.
 - Memoria y aprendizaje verbal, y memoria visual de objetos y localización espacial, en las que las mujeres muestran un mejor rendimiento.
 - Memoria de trabajo verbal, en la que los hombres tienden a rendir mejor que las mujeres.
2. Las variaciones naturales en las hormonas sexuales de hombres y mujeres:
 - No influyen en el rendimiento en memoria.
 - Influyen en el aprendizaje en Memoria visual de forma y tamaño, ya que realizar la prueba por primera vez durante la fase hormonal baja favorece su aprendizaje de cara a la segunda sesión de evaluación.
3. Las variaciones naturales en las hormonas sexuales de hombres y mujeres jóvenes sanos influyen sobre algunas diferencias entre sexos en memoria:
 - La ventaja masculina en Memoria auditiva inmediata aparece durante la fase hormonal baja, cuando las mujeres están en fase menstrual y los hombres por la tarde
 - La ventaja femenina en Memoria y aprendizaje verbal es más evidente durante la fase hormonal alta, cuando las mujeres están en fase lútea y los hombres por la mañana.
 - En Memoria visoespacial, el rendimiento de ambos sexos se comporta de modo diferente según la fase hormonal considerada, siendo mejor el

rendimiento en hombres durante la fase hormonal baja y mejor en mujeres durante la fase hormonal alta.

4. Los niveles endógenos de hormonas gonadales se relacionan con el rendimiento de hombres y mujeres jóvenes sanos en algunas medidas de memoria.

- En las mujeres:

- Los niveles de estradiol se relacionan negativamente con la Memoria de trabajo verbal, la Memoria visual de forma y tamaño y la Memoria y aprendizaje verbal.

- Los niveles de testosterona se relacionan positivamente con la Memoria y aprendizaje verbal y la Memoria visoespacial.

- En los hombres:

- Los niveles de estradiol se relacionan negativamente con la memoria visoconstructiva.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

Como ya hemos visto, la línea de investigación sobre diferencias entre hombres y mujeres en el rendimiento neuropsicológico ha dado lugar a la descripción de patrones de rendimiento propios de cada sexo. Sin embargo, estos perfiles de rendimiento pueden ser discutibles, pues los resultados no han sido del todo consistentes, sobre todo en lo relativo a algunas funciones neuropsicológicas. Es el caso de la memoria, en la que según el constructo medido y la tarea utilizada, los resultados apuntan en una dirección o en otra. Con el presente trabajo hemos pretendido comprobar si existen diferencias entre sexos en memoria, incluyendo en el estudio las variaciones naturales de las hormonas sexuales como posibles moduladoras de esas diferencias. Se trata de un enfoque novedoso en el marco de la investigación sobre las diferencias entre sexos en el rendimiento neuropsicológico, pues si bien los trabajos previos han estudiado la influencia de las variaciones hormonales en tareas en las que previamente se habían descrito diferencias entre sexos, en el presente trabajo pretendemos comprobar si es la influencia de esas variaciones en el rendimiento lo que determina la existencia y dirección de las diferencias.

Para ello hemos sido rigurosos con los criterios de inclusión y exclusión, obteniendo así una muestra de adultos jóvenes y sanos, homogénea en cuanto a variables como la edad, el nivel educativo, la lateralidad manual o el estado de ánimo, relevantes también para el rendimiento neuropsicológico. Este control nos permite atribuir de modo más fiable los cambios observados en el rendimiento a las variables estudiadas. Sin embargo, también supone una cierta limitación del trabajo, ya que nos lleva a ser cautos con la extrapolación de los resultados obtenidos a la población general.

En el presente trabajo hemos encontrado que algunas diferencias en el rendimiento en memoria están condicionadas por los ciclos hormonales, de modo que la ejecución de hombres y mujeres puede ser diferente en una determinada fase hormonal,

pero no en otra. Estos datos nos permiten concluir que, al menos en algunas medidas de memoria, las diferencias entre sexos dependen de la fase hormonal en la que estas sean examinadas. Por tanto, se pone de manifiesto la importancia de tener en cuenta los ciclos naturales de las hormonas sexuales cuando se estudian las diferencias neuropsicológicas entre sexos, y que el estudio de las diferencias entre sexos al margen de los ciclos hormonales supone un enfoque simplista e incompleto. Es probablemente por este motivo por el que la literatura al respecto no ofrece resultados del todo consistentes, evidenciándose diferencias entre sexos en algunos trabajos y no en otros.

Analizando la manera en la que los ciclos hormonales influyen sobre el rendimiento en memoria, así como sobre la existencia y dirección de las diferencias entre sexos, observamos que esa influencia no es simple ni previsible. En un principio cabría pensar que el rendimiento en aquellas medidas que muestran diferencias entre sexos se distancie a la par que los niveles hormonales de ambos sexos. Sin embargo, hemos observado que esto no siempre es así, pues en algunas medidas las diferencias son mayores en aquellas fases hormonales en las que los niveles de estrógenos en mujeres y de testosterona en hombres son más bajos y, por tanto, más similares entre sexos. Por ello, hemos propuesto la existencia de un nivel hormonal óptimo para el rendimiento en algunas medidas de memoria. La existencia de este nivel hormonal óptimo podría estar en la base de mecanismos de compensación propuestos por algunos autores, cuya función sería acercar la conducta de uno y otro sexo (De Vries, 2004; McCarthy & Konkle, 2005). Así, si bien a nivel neuroanatómico y neurofuncional el sexo masculino se diferencia del femenino, la evolución y la adaptación al entorno han podido llevar al desarrollo de estrategias de compensación, de modo que el papel de las hormonas sexuales podría ser el de atenuar más que acentuar las diferencias entre sexos. De esta manera los ciclos hormonales pueden contribuir no sólo al alejamiento entre el rendimiento masculino y el

femenino, sino también a su acercamiento. Desde este punto de vista, los ciclos hormonales son una variable importante a tener en cuenta en el estudio tanto de las diferencias como de las similitudes entre uno y otro sexo.

Este esfuerzo por la compensación de las diferencias entre sexos explicaría la utilización de diferentes estrategias por parte de hombres y mujeres para la resolución de las mismas tareas. Así, tal y como sugerimos en base a nuestros resultados, es probable que las mujeres posean una mayor capacidad de memoria de trabajo verbal, sin embargo, el uso de estrategias visoespaciales para la resolución de estas tareas podría igualarlos y/o incluso provocar una ventaja masculina. De hecho para la resolución de estrategias visoespaciales también se ha propuesto la existencia de un nivel hormonal óptimo, correspondiente con los niveles más bajos en uno y otro sexo, es decir, cuando más se acercan entre sí. En esta línea, en el presente estudio hemos observado una relación negativa entre los niveles de estrógenos y la memoria de trabajo verbal, así como una tendencia a la ventaja masculina en esta medida.

Respecto a las limitaciones del presente trabajo, el tamaño de la muestra utilizada es reducido en relación con la población a la que se pretenden generalizar los resultados. Sin embargo, el hecho de que aun así surjan tendencias teóricamente consistentes con la literatura al respecto nos hace pensar que en muestras mayores esas tendencias se convertirían en resultados significativos y concluyentes. Por ello hemos tomado en consideración y discutido aquellos resultados que mostraban un nivel de significación marginal. En relación con esta limitación y con otros aspectos del presente trabajo nos planteamos una serie de recomendaciones para los posibles futuros estudios que se realicen en esta línea de investigación.

En primer lugar, la utilización de muestras de mayor tamaño permitirá confirmar los datos aquí obtenidos y concluir con mayor firmeza acerca de las tendencias

observadas. Asimismo, la utilización de muestras pertenecientes a diferentes niveles educativos permitiría una mayor generalización de los resultados.

En segundo lugar, relacionado con los efectos techo que hemos encontrado en algunas de las pruebas aquí empleadas, parece recomendable que se recurra a tareas más complejas sobre todo cuando se estudian muestras de alto nivel educativo como la utilizada en el presente trabajo. Con ello se podrá comprobar la existencia de diferencias entre sexos y la influencia de los ciclos hormonales evitando el efecto techo propio de tareas más sencillas.

En tercer lugar, se recomienda que futuros estudios recurran a estrategias que permitan salvar parte de la inconsistencia de resultados en la literatura sobre las diferencias neuropsicológicas entre sexos debida a la utilización de diferentes tipos de tareas para medir, en principio, un mismo constructo. No debemos olvidar que lo que valoremos como rendimiento neuropsicológico dependerá de cómo se conceptualice y mida. Al respecto puede resultar útil la realización de análisis de componentes principales que aúnen diferentes medidas de memoria en constructos más robustos, como hemos llevado a cabo en el presente trabajo. Tal y como hemos propuesto en base a nuestros resultados, las diferencias entre sexos en algunas medidas pueden deberse a la utilización de diferentes estrategias de codificación o recuperación por parte de uno y otro sexo. La utilización de diferentes tipos de tareas para medir un mismo constructo puede dar así información sobre las estrategias utilizadas para su resolución.

En cuarto lugar, parece importante que en futuros trabajos se tenga en cuenta el efecto de la práctica que puede surgir al medir algunas funciones de modo repetido, así como el posible efecto del sexo o de la fase hormonal sobre ese aprendizaje. Tal y como hemos observado en algunas medidas de memoria, realizar las pruebas por primera vez en una fase o en otra condiciona los resultados y, también cabe la posibilidad de que esa

facilitación en el aprendizaje tenga lugar de modo distinto en un sexo y otro. En relación con ello, la investigación futura debería intentar abordar aspectos relacionados con la memoria implícita y la facilitación perceptiva, que aquí directamente no han sido estudiados.

Por último, la medida de los niveles hormonales endógenos, en el presente estudio sólo se ha podido realizar a una parte de la muestra, y además las medidas de los niveles de testosterona en hombres sólo se pudieron tomar durante la mañana. Es evidente que, aunque aportan información, sería necesario que futuros estudios consideren el ciclo diurno de la testosterona en varones y obtengan medidas de los niveles de testosterona también durante la tarde, con el fin de disponer un mayor grado de variabilidad. Ello permitirá comprobar el papel de las hormonas en el rendimiento de los hombres con mayor fiabilidad. Además, sería de interés que en futuros estudios se tomaran medidas de otras hormonas en mujeres cuando se considera la influencia del ciclo menstrual en el rendimiento neuropsicológico pues, como hemos visto, puede que no sólo sean los estrógenos los que se relacionen con el rendimiento. También se debe tener en cuenta la posibilidad de que sean los niveles relativos de una determinada hormona con respecto a otras lo que influya en el rendimiento, y no los niveles hormonales absolutos. Por otra parte, aunque no eran objeto del presente estudio otro tipo de hormonas distintas de las sexuales, como las del estrés, en futuros trabajos se podrían considerar ya que no debemos olvidar que estas hormonas interaccionan, por lo que podrían intervenir también en la modulación de las diferencias neuropsicológicas entre sexos.

En cualquier caso, como hemos indicado anteriormente, el presente trabajo pone de manifiesto la importancia de tener en cuenta los ciclos naturales de las hormonas sexuales cuando se estudian las diferencias neuropsicológicas entre sexos. Además, sugieren la necesidad de estudiar la influencia de los ciclos naturales de la testosterona

sobre el rendimiento en memoria de adultos jóvenes, puesto que no se dispone de estudios que analicen esta relación.

Finalmente, consideramos necesario mencionar las aportaciones científicas y clínicas derivadas de los resultados obtenidos por el presente trabajo y por trabajos futuros en esta línea. En primer lugar, estos resultados deben considerarse en relación con los datos clínicos sobre las importantes diferencias que existen en la afectación de hombres y mujeres por determinadas enfermedades del desarrollo, neurológicas y psicopatológicas. Así, por ejemplo, la demencia tipo Alzheimer, los trastornos de ansiedad y depresión, el Síndrome de Williams o la anorexia nerviosa afectan mucho más a mujeres que a hombres; sin embargo, el autismo, la dislexia, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad o la afasia afectan mucho más a hombres que a mujeres. Al respecto se deben destacar las teorías que explican estos contrastes en base a las diferencias cerebrales entre hombres y mujeres, como la propuesta por Baron-Cohen (Baron-Cohen, Knickmeyer & Belmonte, 2005), según la cual el autismo no sería más que el reflejo de un cerebro extremadamente masculino, mientras que un cerebro extremadamente femenino podría guardar relación con la presencia de un Síndrome de Williams.

Por otra parte, en una sociedad que busca optimizar el rendimiento, y que cada vez promociona más el entrenamiento de las funciones cerebrales para ser individuos más eficientes, conocer el momento óptimo para entrenar una determinada función supondría un paso más hacia ese objetivo. No queremos con esto decir que ser hombre o mujer o estar en una fase hormonal u otra suponga un estatus inferior con respecto a los demás, pues en todas esas condiciones funcionamos de modo similar y dentro de los rangos de la normalidad. Sin embargo, conocer el momento óptimo para entrenar una determinada función o para adquirir nuevas habilidades supondría optimizar el resultado y economizar

en tiempo y recursos. Además, lejos de suponer una razón para la diferenciación entre individuos, podría ser un aliciente para la igualdad, pues trabajando o entrenando en el momento adecuado sabemos que el rendimiento de ambos sexos puede acercarse en mayor medida. Siendo individuos biológicamente muy diferentes, la ejecución de hombres y mujeres podría igualarse si se consideran sus peculiaridades y los posibles procesos de compensación que podamos presentar.

Para finalizar, no debemos olvidar que los datos obtenidos en el presente trabajo y las conclusiones derivadas de él deben ser entendidos dentro del rango de la normalidad, y que están basados en promedios de grupos, y nunca un individuo es un promedio. Además se ha indicado que nuestras creencias y estereotipos acerca de cual es la realización cognitiva de “nuestro grupo de referencia” pueden afectar a nuestra propia ejecución (Steele, 1997). Si consideramos “nuestro grupo de referencia” en función del sexo, deberíamos pensar que ciertos estereotipos, presentes incluso en materiales de divulgación científica, podrían estar detrás de ciertas diferencias cognitivas entre hombres y mujeres.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, G. M., Packard, M. G. & Peterson, B. S. (2002). Sex and spatial position effects on object location memory following intentional learning of object identities. *Neuropsychologia*, 40(8), 1516-1522. doi: 10.1016/S0028-3932(01)00215-9
- Alexander, G. M., Wilcox, T. & Woods, R. (2009). Sex differences in infants' visual interest in toys. *Archives of Sexual Behavior*, 38(3), 427-433. doi: 10.1007/s10508-008-9430-1
- Allen, L. S. & Gorski, R. A. (1990). Sex difference in the bed nucleus of the stria terminalis of the human brain. *The Journal of Comparative Neurology*, 302(4), 697-706. doi: 10.1002/cne.903020402
- Allen, L. S., Hines, M., Shryne, J. E. & Gorski, R. A. (1989). Two sexually dimorphic cell groups in the human brain. *The Journal of Neuroscience*, 9(2), 497-506.
- Allen, L. S., Richey, M. F., Chai, Y. M. & Gorski, R. A. (1991). Sex differences in the corpus callosum of the living human being. *The Journal of Neuroscience*, 11(4), 933-942.
- American Psychiatric Association (2000). Diagnostic and statistical manual of mental disorders, (4th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Amponsah, B. & Krekling, S. (1997). Sex differences in visual-spatial performance among Ghanaian and Norwegian adults. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 28, 81-92. doi:10.1177/0022022197281005
- Andrade, E. M., Arce, C. & Seoane, G. (2002). Adaptación al español del cuestionario "Perfil de los Estados de Ánimo" en una muestra de deportistas. *Psicothema*, 14(4), 708-713.

- Andrade, E. M., Arce, C., Torrado, J., Garrido, J., Francisco, C. & Arce, I. (2010). Factor structure and invariance of the POMS Mood State Questionnaire in Spanish. *The Spanish Journal of Psychology*, 13(1), 444-452.
- Ankney, C. D. (1992). Differences in brain size. *Nature*, 358(6387), 532. doi:10.1038/358532c0
- Arce, C., Andrade, E. M. & Seoane, G. (2000). Problemas semánticos en la adaptación del POMS al castellano. *Psicothema*, 12(Supl. Nº 2), 47-51.
- Arnold, A. P., Xu, J., Grisham, W., Chen, X., Kim, Y. H. & Itoh, Y. (2004). Minireview: Sex chromosomes and brain sexual differentiation. *Endocrinology*, 145(3), 1057-1062. doi: 10.1210/en.2003-1491
- Astur, R. S., Ortiz, M. L. & Sutherland, R. J. (1998). A characterization of performance by men and women in a virtual Morris water task: a large and reliable sex difference. *Behavioural Brain Research*, 93(1-2), 185-190. doi: 10.1016/S0166-4328(98)00019-9
- Baker, M. A. (1987b). *Sex differences in human performance*. New York: Wiley. doi: 10.1002/acp.2350020208
- Balaguer, I., Fuentes, I., Meliá, J. L., García-Merita, M. L. & Pérez-Recio, G. (1993). El Perfil de los Estados de Ánimo: Baremo para estudiantes valencianos y su aplicación en el contexto deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 4, 39-52.
- Baron-Cohen, S., Knickmeyer, R. C. & Belmonte, M. K. (2005). Sex differences in the brain: implications for explaining autism. *Science*, 310(5749), 819-823. doi: 10.1126/science.1115455
- Barrett-Connor, E., Goodman-Gruen, D. & Patay, B. (1999). Endogenous sex hormones

- and cognitive function in older men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 84, 3681-3685. doi: 10.1210/jc.84.10.3681
- Basso, M. R., Harrington, K., Matson, M. & Lowery, N. (2000). Sex differences on the WMS-III: findings concerning verbal paired associates and faces. *The Clinical Neuropsychologist*, 14(2), 231-235. doi: 10.1076/1385-4046(200005)14:2;1-Z;FT231
- Baxter, L. C., Saykin, A. J., Flashman, L. A., Johnson, S. C., Guerin, S. J., Babcock, D. R. & Wishart, H. A. (2003). Sex differences in semantic language processing: a functional MRI study. *Brain and Language*, 84(2), 264-272. doi: 10.1016/S0093-934X(02)00549-7
- Beauchet, O. (2006). Testosterone and cognitive function: current clinical evidence of a relationship. *European Journal of Endocrinology*, 155(6), 773-781. doi: 10.1530/eje.1.02306
- Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., Mock, J. & Erbaugh, J. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of General Psychiatry*, 4, 561-571. doi:10.1001/archpsyc.1961.01710120031004
- Becker, J. B., Breedlove, S. M. & Crews, D. (1993). *Behavioral endocrinology*. Cambridge, Massachusetts: MIT.
- Bennett, G. K., Seashore, H.G. & Wesman, A.G. (1990). *Pruebas de Aptitud Diferencial (DAT) - Manual del Instructor*. México D.F.: Ed. El Manual Moderno.
- Benton, A. L., Sivan, A. B., Hamsher, K. D., Varney, N. R. & Spreen, O. (1994). *Contributions to neuropsychological assessment: Second edition*. New York: Oxford University Press.

- Benton, A. L. (2002). *Test de Retención Visual de Benton (5ª ed.)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Berenbaum, S. A., Korman, K. & Leveroni, C. (1995). Early hormones and sex differences in cognitive abilities. *Learning and Individual Differences*, 7(4), 363-379. doi: 10.1016/1041-6080(95)90004-7
- Berenbaum, S. A., Baxter, L., Seidenberg, M. & Hermann, B. (1997). Role of the hippocampus in sex differences in verbal memory: memory outcome following left anterior temporal lobectomy. *Neuropsychology*, 11(4), 585-591. doi: 10.1037//0894-4105.11.4.585
- Bethencourt, J. T. & Torres, E. (1987). La diferencia de sexo en la resolución de problemas aritméticos: un estudio transversal. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 9-20.
- Blakemore, S. J., Burnett, S. & Dahl, R. E. (2010). The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human Brain Mapping*, 31(6), 926-933. doi:10.1002/hbm.21052
- Bridgeman, B. & Wendler, C. (1991). Gender differences in predictors of college mathematics performance and in college mathematics course grades. *Journal of Educational Psychology*, 83, 275-284. doi:10.1037//0022-0663.83.2.275
- Bryden, M. P., Hecaen, H. & DeAgostini, M. (1983). Patterns of cerebral organization. *Brain and Language*, 20(2), 249-262. doi:10.1016/0093-934X(83)90044-5
- Burin, D. I., Delgado, A.R. & Prieto, G. (2000). Solution strategies and gender differences in spatial visualization tasks. *Psicológica*, 21, 275-286. doi: 10.1.1.16.7903
- Burkitt, J., Widman, D. & Saucier, D. M. (2007). Evidence for the influence of

- testosterone in the performance of spatial navigation in a virtual water maze in women but not in men. *Hormones and Behavior*, 51(5), 649-654. doi: 10.1016/j.yhbeh.2007.03.007
- Cabeza, R., Dolcos, F., Graham, R. & Nyberg, L. (2002). Similarities and differences in the neural correlates of episodic memory retrieval and working memory. *Neuroimage*, 16(2), 317-330. doi:10.1006/nimg.2002.1063
- Capitani, E., Laiacona, M. & Barbarotto, R. (1999). Gender affects word retrieval of certain categories in semantic fluency tasks. *Cortex*, 35(2), 273-278. doi:10.1016/S0010-9452(08)70800-1
- Capitani, E., Laiacona, M. & Ciceri, E. (1991). Sex differences in spatial memory: a reanalysis of block tapping long-term memory according to the short-term memory level. *Italian Journal of Neurological Sciences*, 12(5), 461-466. doi:10.1007/BF02335507
- Caplan, P. J., Crawford, M., Hyde, J.S. & Richardson, J. T. E. (1997). *Gender differences in human cognition*. New York: Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:oso/9780195112917.001.0001
- Carlson, L. E. & Sherwin, B. B. (2000). Higher levels of plasma estradiol and testosterone in healthy elderly men compared with age-matched women may protect aspects of explicit memory. *Menopause*, 7(3), 168-177. doi:10.1097/00042192-200007030-00007
- Castillo, J. A., Cely, J. L. & Manrique, F. G. (2008). Desempeño cognitivo de mujeres universitarias a lo largo del ciclo menstrual. *Universitas Psychologica*, 7(1), 173-183.
- Chein, J. M., Ravizza, S. M. & Fiez, J. A. (2003). Using neuroimaging to evaluate models

- of working memory and their implications for language processing. *Journal of Neurolinguistics*, 16, 315-339. doi:10.1016/S0911-6044(03)00021-6
- Cherney, I. D., Jagarlamudi, K., Lawrence, E. & Shimabuku, N. (2003). Experiential factors in sex differences on mental rotation. *Perceptual and Motor Skills*, 96(3c), 1062-1070. doi:10.2466/pms.2003.96.3c.1062
- Cherrier, M. M., Asthana, S., Plymate, S., Baker, L., Matsumoto, A. M., Peskind, E., Raskind, M. A., ... Craft, S. (2001). Testosterone supplementation improves spatial and verbal memory in healthy older men. *Neurology*, 57(1), 80-88. doi:10.1212/WNL.57.1.80
- Chipman, K., Hampson, E. & Kimura, D. (2002). A sex difference in reliance on vision during manual sequencing tasks. *Neuropsychologia*, 40(7), 910-916. doi:10.1016/S0028-3932(01)00162-2
- Chipman, K. & Kimura, D. (1998). An investigation of sex differences on incidental memory for verbal and pictorial material. *Learning and Individual Differences*, 10(4), 259-272. doi:10.1016/S1041-6080(99)80122-8
- Choi, J. & Silverman, I. (2002). The relationship between testosterone and route-learning strategies in humans. *Brain and Cognition*, 50(1), 116-120. doi:10.1016/S0278-2626(02)00015-5
- Christiansen, K. & Knusmann, R. (1987). Sex hormones and cognitive functioning in men. *Neuropsychobiology*, 18(1), 27-36. doi:10.1159/000118389
- Clements, A. M., Rimrodt, S. L., Abel, J. R., Blankner, J. G., Mostofsky, S. H., Pekar, J., Denckla, M. B. & Cutting, L. E. (2006). Sex differences in cerebral laterality of language and visuospatial processing. *Brain and Language*, 98(2), 150-158. doi:10.1016/j.bandl.2006.04.007

- Collaer, M. L., Brook, C. G., Conway, G. S., Hindmarsh, P. C. & Hines, M. (2009). Motor development in individuals with congenital adrenal hyperplasia: strength, targeting, and fine motor skill. *Psychoneuroendocrinology*, 34(2), 249-258. doi:10.1016/j.psyneuen.2008.09.007
- Collaer, M. L. & Hines, M. (1995). Human behavioral sex differences: a role for gonadal hormones during early development? *Psychological Bulletin*, 118(1), 55-107. doi:10.1037//0033-2909.118.1.55
- Collins, D. W. & Kimura, D. (1997). A large sex difference on a two-dimensional mental rotation task. *Behavioral Neurosciences*, 111(4), 845-849. doi:10.1037//0735-7044.111.4.845
- Colom, R., Garcia, L. F., Juan-Espinosa, M. & Abad, F. J. (2002). Null sex differences in general intelligence: evidence from the WAIS-III. *The Spanish Journal of Psychology*, 5(1), 29-35.
- Compton, R. J. & Levine, S. C. (1997). Menstrual cycle phase and mood effects on perceptual asymmetry. *Brain and Cognition*, 35(2), 168-183. doi:10.1006/brcg.1997.0936
- Contreras, M. J., Colom, R., Shih, P.C., Álava, M.J. & Santacreu, J. (2001). Dynamic spatial performance: sex and educational differences. *Personality and Individual Differences*, 30, 117-126. doi:10.1016/S0191-8869(00)00015-5
- Contreras, M. J., Rubio, V., Peña, D., Colom, R. & Santacreu, J. (2007). Sex differences in dynamic spatial ability: The unsolved question of performance factors. *Memory & Cognition*, 35(2), 297-303. doi:10.3758/BF03193450
- Correa, V., Estupiñán, L., García, Z., Jiménez, O., Prada, L. F., Rojas, A. & Cristancho, E. (2007). Percepción visual del rango de color: Diferencias entre género y edad.

Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia,
15(1), 7-14.

De Goede, M. & Postma, A. (2008). Gender differences in memory for objects and their locations: a study on automatic versus controlled encoding and retrieval contexts. *Brain and Cognition*, 66(3), 232-242. doi:10.1016/j.bandc.2007.08.004

De Vries, G. J. (2004). Minireview: Sex differences in adult and developing brains: compensation, compensation, compensation. *Endocrinology*, 145(3), 1063-1068. doi:10.1210/en.2003-1504

Delgado, A. R. & Prieto, G. (1996). Sex differences in visuospatial ability: do performance factors play such an important role? *Memory & Cognition*, 24(4), 504-510. doi:10.3758/BF03200938

D'Esposito, M., Postle, B. R., Ballard, D. & Lease, J. (1999). Maintenance versus manipulation of information held in working memory: an event-related fMRI study. *Brain and Cognition*, 41(1), 66-86. doi:10.1006/breg.1999.1096

Doty, R. L. & Cameron, E. L. (2009). Sex differences and reproductive hormone influences on human odor perception. *Physiology & Behavior*, 97(2), 213-228. doi:10.1016/j.physbeh.2009.02.032

Drake, E. B., Henderson, V. W., Stanczyk, F. Z., McCleary, C. A., Brown, W. S., Smith, C. A., ... Buckwalter, J. G. (2000). Associations between circulating sex steroid hormones and cognition in normal elderly women. *Neurology*, 54(3), 599-603. doi:10.1212/WNL.54.3.599

Duff, S. J. & Hampson, E. (2001). A sex difference on a novel spatial working memory task in humans. *Brain and Cognition*, 47(3), 470-493. doi:10.1006/breg.2001.1326

- Eals, M. & Silverman, I. (1994). The hunter-gatherer theory of spatial sex differences: proximate factors mediating the female advantage in recall of object array. *Ethology and Sociobiology*, 15(95-105). doi:10.1016/0162-3095(94)90020-5
- Ellis, L., Hershberger, S., Field, E., Wersinger, S., Pellis, S., Geary, ... Karadi, K. (2008). *Sex differences: Summarizing more than a century of scientific research*. New York.
- Engelhard, G., Jr. (1990). Math anxiety, mother's education, and the mathematics performance of adolescent boys and girls: evidence from the United States and Thailand. *Journal of Psychology*, 124(3), 289-298.
- Erlanger, D. M., Kutner, K. C. & Jacobs, A. R. (1999). Hormones and cognition: current concepts and issues in neuropsychology. *Neuropsychology Review*, 9(4), 175-207. doi: 10.1023/A:1021634622577
- Falter, C. M., Arroyo, M. & Davis, G. J. (2006). Testosterone: activation or organization of spatial cognition? *Biological Psychology*, 73(2), 132-140. doi:10.1016/j.biopsycho.2006.01.011
- Feingold, A. (1988). Cognitive gender differences are disappearing. *American Psychologist*, 43, 95-103. doi:10.1037/0003-066X.43.2.95
- Filipek, P. A., Richelme, C., Kennedy, D. N. & Caviness, V. S., Jr. (1994). The young adult human brain: an MRI-based morphometric analysis. *Cerebral Cortex*, 4(4), 344-360. doi:10.1093/cercor/4.4.344
- Frederikse, M. E., Lu, A., Aylward, E., Barta, P. & Pearlson, G. (1999). Sex differences in the inferior parietal lobule. *Cerebral Cortex*, 9(8), 896-901. doi:10.1093/cercor/9.8.896

- Fukuzako, H., Yamada, K., Kodama, S., Yonezawa, T., Fukuzako, T., Takenouchi, K., ... Takigawa, M. (1997). Hippocampal volume asymmetry and age at illness onset in males with schizophrenia. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 247(5), 248-251. doi:10.1007/BF02900302
- Galea, L. A. M. & Kimura, D. (1993). Sex differences in route learning. *Personality and Individual Differences*, 14, 53-65. doi:10.1016/0191-8869(93)90174-2
- García, E. (2003). Neuropsicología y género. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 86, 2175-2186. doi:10.4321/S0211-57352003000200002
- Gasbarri, A., Pompili, A., D'Onofrio, A., Abreu, C. T. & Tavares, M. C. (2008). Working memory for emotional facial expressions: role of estrogen in humans and non-human primates. *Reviews in the Neurosciences*, 19(2-3), 129-148. doi:10.1515/REVNEURO.2008.19.2-3.129
- Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangun, G. (1998). *Cognitive Neuroscience: The biology of the mind*. New York: W.W. Norton.
- Geerlings, M. I., Strozyk, D., Masaki, K., Remaley, A. T., Petrovitch, H., Ross, G. W., White, L. R. & Launer, L. J. (2006). Endogenous sex hormones, cognitive decline, and future dementia in old men. *Annals of Neurology*, 60(3), 346-355. doi:10.1002/ana.20918
- Geffen, G., Moar, K.J., O'Hanlon, A.P., Clark, C.R. & Geffen, L.B. (1990). Performance measures of 16- to 86- year-old males and females on the auditory verbal learning test. *The Clinical Neuropsychologist*, 4, 45-63. doi:10.1080/13854049008401496
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, A., ... Rapaport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Natural Neuroscience*, 2(10), 861-863.

doi:10.1038/13158

Giedd, J. N., Snell, J. W., Lange, N., Rajapakse, J. C., Casey, B. J., Kozuch, P. L., ...

Rapaport, J. L. (1996). Quantitative magnetic resonance imaging of human brain development: ages 4-18. *Cerebral Cortex*, 6(4), 551-560.
doi:10.1093/cercor/6.4.551

Gil-Verona, J. A., Macías, J. A., Pastor, J. F., Paz, F., Barbosa, M., Maniega, M. A., et al.

(2003). Diferencias sexuales en el sistema nervioso humano. Una revisión desde el punto de vista psiconeurobiológico. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*, 3(2), 351-361.

Ginsburg, N., Jurenovskis, M. & Jamieson, J. (1982). Sex differences in critical flicker

frequency. *Perceptual and Motor Skills*, 54(3c), 1079-1082.
doi:10.2466/pms.1982.54.3c.1079

Goldstein, D., Haldane, D. & Mitchell, C. (1990). Sex differences in visual-spatial ability:

the role of performance factors. *Memory & Cognition*, 18(5), 546-550.
doi:10.3758/BF03198487

Goldstein, J. M., Seidamn, L. J., Horton, N. J., Makris, N., Kennedy, D. N., Caviness, V.

S. Jr., Faraone, S. V. & Tsuang, M. T. (2001). Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by in vivo magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex*, 11(6)(490-497). doi:10.1093/cercor/11.6.490

Golub, S. (1980). Premenstrual changes in mood, personality, and cognitive function. In

A. Dan, E. Graham & C. Beecher (Eds.), *The Menstrual Cycle. A Synthesis of Interdisciplinary Research* (Vol. 1, pp. 237-246). New York: Springer.

Gomez-Gil, E., Canizares, S., Torres, A., de la Torre, F., Halperin, I. & Salamero, M.

(2009). Androgen treatment effects on memory in female-to-male transsexuals.

- Psychoneuroendocrinology*, 34(1), 110-117. doi:10.1016/j.psyneuen.2008.08.017
- Gómez-Gil, E. & Esteva de Antonio, I. (2006). *Ser transexual*. Barcelona: Glosa.
- Gordon, H. W. & Lee, P. A. (1993). No difference in cognitive performance between phases of the menstrual cycle. *Psychoneuroendocrinology*, 18(7), 521-531. doi:10.1016/0306-4530(93)90045-M
- Gouchie, C. & Kimura, D. (1991). The relationship between testosterone levels and cognitive ability patterns. *Psychoneuroendocrinology*, 16(4), 323-334. doi:10.1016/0306-4530(91)90018-O
- Gould, S. J. (1981). *The mismeasure of men*. New York: Norton.
- Gruenewald, D. A. & Matsumoto, A. M. (2003). Testosterone supplementation therapy for older men: potential benefits and risks. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(1), 101-115. doi:10.1034/j.1601-5215.2002.51018.x
- Guillem, F. & Mograss, M. (2005). Gender differences in memory processing: evidence from event related potentials to faces. *Brain and Cognition*, 57(1), 84-92. doi:10.1016/j.bandc.2004.08.026
- Gur, R. C., Mozley, P.D., Resnick, S.M., Gottlieb, G.L., Kohn, M., Zimmermman, R., ... Berretta, D. (1991). Gender differences in age effect on brain atrophy measured by magnetic resonance imaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88(7), 2845-2849. doi:10.1073/pnas.88.7.2845
- Gur, R. C., Gunning-Dixon, F., Bilker, W. B. & Gur, R. E. (2002). Sex differences in temporo-limbic and frontal brain volumes of healthy adults. *Cerebral Cortex*, 12(9), 998-1003. doi:10.1093/cercor/12.9.998

- Gur, R. C., Turetsky, B. I., Matsui, M., Yan, M., Bilker, W., Huggett, P., & Gur, R. E. (1999). Sex differences in brain gray and white matter in healthy young adults: correlations with cognitive performance. *Journal of Neuroscience*, 19(10), 4065-4072.
- Habib, M., Gayraud, D., Oliva, A., Regis, J., Salamon, G. & Khalil, R. (1991). Effects of handedness and sex on the morphology of the corpus callosum: a study with brain magnetic resonance imaging. *Brain and Cognition*, 16(1), 41-61. doi:10.1016/0278-2626(91)90084-L
- Halari, R., Hines, M., Kumari, V., Mehrotra, R., Wheeler, M., Ng, V. & Sharma, T. (2005). Sex differences and individual differences in cognitive performance and their relationship to endogenous gonadal hormones and gonadotropins. *Behavioral Neuroscience*, 119(1), 104-117. doi:10.1037/0735-7044.119.1.104
- Hall, J. A. & Kimura, D. (1995). Sexual orientation and performance on sexually dimorphic motor tasks. *Archives of Sexual Behavior*, 24(4), 395-407. doi:10.1007/BF01541855
- Halpern, D. F. (1992). *Sex differences in cognitive abilities (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Halpern, D. F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities (3rd ed.)*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Halpern, D. F. & Tan, U. (2001). Stereotypes and steroids: using a psychobiosocial model to understand cognitive sex differences. *Brain and Cognition*, 45(3), 392-414. doi:10.1006/brcg.2001.1287
- Hampson, E. (1990). Estrogen-related variations in human spatial and articulatory-motor skills. *Psychoneuroendocrinology*, 15(2), 97-111. doi:10.1016/0306-

4530(90)90018-5

- Hampson, E. (1990). Variations in sex-related cognitive abilities across the menstrual cycle. *Brain and Cognition*, 14(1), 26-43. doi:10.1016/0278-2626(90)90058-V
- Hampson, E., Rovet, J.F. & Altmann, D. (1998). Spatial reasoning in children with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Developmental Neuropsychology*, 14(299-320). doi:10.1080/87565649809540713
- Hampson, E., Finestone, J. M. & Levy, N. (2005). Menstrual cycle effects on perceptual closure mediate changes in performance on a fragmented objects test of implicit memory. *Brain and Cognition*, 57(2), 107-110. doi:10.1016/j.bandc.2004.08.028
- Harshman, R. A., Hampson, D. & Berenbaum, S.A. (1983). Individual differences in cognitive abilities and brain organization: part I. Sex and handedness differences in ability. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 144-192.
- Hart, R. P. & O'Shanick, G. J. (1993). Forgetting rates for verbal, pictorial, and figural stimuli. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 15(2), 245-265. doi:10.1080/01688639308402561
- Harvey, I., Persaud, R., Ron, M. A., Baker, G. & Murray, R. M. (1994). Volumetric MRI measurements in bipolars compared with schizophrenics and healthy controls. *Psychological Medicine*, 24(3), 689-699. doi:10.1017/S0033291700027847
- Hatta, T. & Nagaya, K. (2009). Menstrual cycle phase effects on memory and Stroop task performance. *Archives of Sexual Behavior*, 38(5), 821-827. doi:10.1007/s10508-008-9445-7
- Hausmann, M., Slabbekoorn, D., Van Goozen, S. H., Cohen-Kettenis, P. T. & Gunturkun, O. (2000). Sex hormones affect spatial abilities during the menstrual cycle.

- Behavioral Neuroscience*, 114(6), 1245-1250. doi:10.1037//0735-7044.114.6.1245
- Haut, M. W., Kuwabara, H., Leach, S. & Arias, R. G. (2000). Neural activation during performance of number-letter sequencing. *Applied Neuropsychology*, 7(4), 237-242. doi:10.1207/S15324826AN0704_5
- Hecaen, H., De Agostini, M. & Monzon-Montes, A. (1981). Cerebral organization in left-handers. *Brain and Language*, 12(2), 261-284. doi:10.1016/0093-934X(81)90018-3
- Hedges, L. V. & Nowell, A. (1995). Sex differences in mental test scores, variability, and numbers of high-scoring individuals. *Science*, 269(5220), 41-45. doi:10.1126/science.7604277
- Herlitz, A., Airaksinen, E. & Nordstrom, E. (1999). Sex differences in episodic memory: the impact of verbal and visuospatial ability. *Neuropsychology*, 13(4), 590-597. doi:10.1037//0894-4105.13.4.590
- Herlitz, A., Nilsson, L. G. & Backman, L. (1997). Gender differences in episodic memory. *Memory & Cognition*, 25(6), 801-811. doi:10.3758/BF03211324
- Herlitz, A. & Yonker, J. E. (2002). Sex differences in episodic memory: the influence of intelligence. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(1), 107-114. doi:10.1076/jcen.24.1.107.970
- Herting, M. M., Maxwell, E. C., Irvine, C. & Nagel, B. J. (2012). The impact of sex, puberty, and hormones on white matter microstructure in adolescents. *Cerebral Cortex*, 22(9), 1979-1992. doi:10.1093/cercor/bhr246
- Hogervorst, E., Williams, J., Budge, M., Riedel, W. & Jolles, J. (2000). The nature of the

- effect of female gonadal hormone replacement therapy on cognitive function in post-menopausal women: a meta-analysis. *Neuroscience*, 101(3), 485-512. doi:10.1016/S0306-4522(00)00410-3
- Hogervorst, E., Yaffe, K., Richards, M. & Huppert, F. (2002). Hormone replacement therapy for cognitive function in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews (Online)*(3), CD003122. doi:10.1002/14651858.CD003122
- Hoshi, Y., Oda, I., Wada, Y., Ito, Y., Yamashita, I., Oda, M., ... Tamura, M. (2000). Visuo-spatial imagery is a fruitful strategy for the digit span backward task: A study with near-infrared optical tomography. *Cognitive Brain Research*, 9, 339-342. doi:10.1016/S0926-6410(00)00006-9
- Huang, J. (1993). An investigation of gender differences in cognitive abilities among Chinese high school students. *Personality and Individual Differences*, 15, 717-719. doi:10.1016/0191-8869(93)90012-R
- Huttenlocher, J., Haight, W., Bryk, A., Seltzer, M. & Lyons, T. (1991). Early vocabulary growth: Relation to language input and gender. *Developmental Psychology*, 27(2), 236-248. doi:10.1037//0012-1649.27.2.236
- Hyde, J. S. (1981). How large are cognitive gender differences? A meta-analysis using ω^2 and d . *American Psychologist*, 36, 892-901. doi:10.1037//0003-066X.36.8.892
- Hyde, J. S., Fennema, E. & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107, 139-155. doi:10.1037//0033-2909.107.2.139
- Hyde, J. S. & Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 104(1), 53-69. doi:10.1037/0033-2909.104.1.53

- Iachini, T., Sergi, I., Ruggiero, G. & Gnisci, A. (2005). Gender differences in object location memory in a real three-dimensional environment. *Brain and Cognition*, 59(1), 52-59. doi:10.1016/j.bandc.2005.04.004
- IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Imperato-McGinley, J., Pichardo, M., Gautier, T., Voyer, D. & Bryden, M. P. (1991). Cognitive abilities in androgen-insensitive subjects: comparison with control males and females from the same kindred. *Clinical Endocrinology*, 34(5), 341-347. doi:10.1111/j.1365-2265.1991.tb00303.x
- Irie, F., Strozyk, D., Peila, R., Korf, E. S., Remaley, A.T., Masaki, K., White, L. R. & Launer, L. J. (2006). Brain lesions on MRI and endogenous sex hormones in elderly men. *Neurobiology of Aging*, 27(8), 1137-1144. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2005.05.015
- Islam, F., Sparkes, C., Roodenrys, S. & Astheimer, L. (2008). Short-term changes in endogenous estrogen levels and consumption of soy isoflavones affect working and verbal memory in young adult females. *Nutritional Neuroscience*, 11(6), 251-262. doi:10.1179/147683008X301612
- Janowsky, J. S., Chavez, B. & Orwoll, E. (2000). Sex steroids modify working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(3), 407-414. doi:10.1162/089892900562228
- Jensen, A. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. London: Praeger Publishers.
- Jordan, K., Wustenberg, T., Heinze, H. J., Peters, M. & Jancke, L. (2002). Women and men exhibit different cortical activation patterns during mental rotation tasks.

- Neuropsychologia*, 40(13), 2397-2408. doi:10.1016/S0028-3932(02)00076-3
- Kampen, D. L. & Sherwin, B. B. (1996). Estradiol is related to visual memory in healthy young men. *Behavioral Neuroscience*, 110(3), 613-617. doi:10.1037//0735-7044.110.3.613
- Karadi, K., Csatho, A., Kovacs, B. & Kosztolanyi, P. (2003). Subgroup analysis of sex difference on the Vandenberg-Kuse mental rotation test. *Perceptual and Motor Skills* 96(1), 197-200. doi:10.2466/pms.2003.96.1.197
- Kaufman, S.B. (2007). Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: Can they be accounted for by differences in working memory capacity? *Intelligence*, 35, 211-223. doi:10.1016/j.intell.2006.07.009
- Kawachi, T., Ishii, K., Sakamoto, S., Matsui, M., Mori, T. & Sasaki, M. (2002). Gender differences in cerebral glucose metabolism: a PET study. *Journal of Neurological Sciences*, 199(1-2), 79-83. doi:10.1016/S0022-510X(02)00112-0
- Kelly, S. J., Ostrowski, N.L. & Wilson, M. A. (1999). Gender differences in brain and behavior: hormonal and neural bases. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 64(4), 655-664. doi: 10.1016/S0091-3057(99)00167-7
- Kelso, W. M., Nicholls, M.E., Warne, G. L. & Zacharin, M. (2000). Cerebral lateralization and cognitive functioning in patients with congenital adrenal hyperplasia. *Neuropsychology*, 14(3), 370-378. doi:10.1037//0894-4105.14.3.370
- Kimchi, R., Amishav, R. & Sulitzeanu-Kenan, A. (2009). Gender differences in global-local perception? Evidence from orientation and shape judgments. *Acta Psychologica*, 130(1), 64-71. doi:10.1016/j.actpsy.2008.10.002
- Kimura, D. (1983). Speech representation in an unbiased sample of left-handers. *Human*

- Neurobiology*, 2(3), 147-154.
- Kimura, D. (1992). Sex differences in the brain. *Scientific American*, 267(3), 118-125.
doi:10.1038/scientificamerican0992-118
- Kimura, D. (1994). Body asymmetry and intellectual pattern. *Personality and Individual Differences*, 17(1), 53-60. doi:10.1016/0191-8869(94)90261-5
- Kimura, D. & Hampson, E. (1994). Cognitive pattern in men and women is influenced by fluctuations in sex hormones. *Journal of American Psychological Society*, 3(2), 57-61. doi:10.1111/1467-8721.ep10769964
- Kimura, D., Saucier, D. M. & Matuk, R. (1996). Women name both colors and forms faster than men. *Society for Neuroscience Abstracts*, 22, 1986.
- Kimura, D. (2000). *Sex and cognition*. Massachusetts: MIT Press.
- Kimura, D. (2002). Sex hormones influence human cognitive pattern. *Neuroendocrinology Letters*, 23 Suppl 4, 67-77.
- Kimura, D. & Clarke, P. G. (2002). Women's advantage on verbal memory is not restricted to concrete words. *Psychological Reports*, 91(3f), 1137-1142.
doi:10.2466/pr0.2002.91.3f.1137
- Kimura, D. & Hampson, E. (1994). Cognitive pattern in men and women is influenced by fluctuations in sex hormones. *Journal of American Psychological Society*, 3(2), 57-61. doi:10.1111/1467-8721.ep10769964
- Kimura, D. & Harshman, R. A. (1984). Sex differences in brain organization for verbal and non-verbal functions. *Progress in Brain Research*, 61, 423-441.
doi:10.1016/S0079-6123(08)64452-0
- Kimura, D. & Toussaint, C. (1991). Sex differences in cognitive function vary with the

- season. *Society for Neuroscience Abstracts*, 17, 868.
- Kommenich, P., Lane, D. M., Dickey, R.P. & Stone, S. C. (1978). Gonadal hormones and cognitive performance. *Physiological Psychology*, 6, 115-120.
- Konishi, K., Kumashiro, M., Izumi, H. & Higuchi, Y. (2008). Effects of the menstrual cycle on working memory: comparison of postmenstrual and premenstrual phases. *Industrial Health*, 46(3), 253-260. doi:10.2486/indhealth.46.253
- Kramer, J. H., Delis, D. C., Kaplan, E., O'Donnell, L. & Prifitera, A. (1997). Developmental sex differences in verbal learning. *Neuropsychology*, 11(4), 577-584. doi:10.1037//0894-4105.11.4.577
- Krueger, L. E. & Salthouse, T. A. (2010). Differences in Acquisition, Not Retention, Largely Contribute to Sex Differences in Multitrial Word Recall Performance. *Personality and Individual Differences*, 49(7), 768-772. doi:10.1016/j.paid.2010.06.024
- Kulynych, J. J., Vladar, K., Jones, D. W. & Weinberger, D. R. (1994). Gender differences in the normal lateralization of the supratemporal cortex: MRI surface-rendering morphometry of Heschl's gyrus and the planum temporale. *Cerebral Cortex*, 4(2), 107-118. doi:10.1093/cercor/4.2.107
- Lake, D. A. & Bryden, M. P. (1976). Handedness and sex differences in hemispheric asymmetry. *Brain and Language*, 3(2), 266-282. doi:10.1016/0093-934X(76)90022-5
- Law, D. J., Pellegrino, J. W., Mitchell, S. R., Fischer, S. C., McDonald, T. P. & Hunt, E. B. (1993). Perceptual and cognitive factors governing performance in comparative arrival-time judgments. *Journal of Experimental Psychology*, 19(6), 1183-1199. doi:10.1037//0096-1523.19.6.1183

- LeBlanc, E. S., Janowsky, J., Chan, B. K. & Nelson, H. D. (2001). Hormone replacement therapy and cognition: systematic review and meta-analysis. *Jama*, 285(11), 1489-1499. doi:10.1001/jama.285.11.1489
- Lebrun, C. E., van der Schouw, Y. T., de Jong, F. H., Pols, H. A., Grobbee, D. E. & Lamberts, S. W. (2005). Endogenous oestrogens are related to cognition in healthy elderly women. *Clinical Endocrinology*, 63(1), 50-55. doi:10.1111/j.1365-2265.2005.02297.x
- Lejbak, L., Crossley, M. & Vrbancic, M. (2011). A male advantage for spatial and object but not verbal working memory using the n-back task. *Brain and Cognition*, 76(1), 191-196. doi:10.1016/j.bandc.2010.12.002
- Lethaby, A., Hogervorst, E., Richards, M., Yesufu, A. & Yaffe, K. (2008). Hormone replacement therapy for cognitive function in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 23(1), CD003122. doi:10.1002/14651858.CD003122.pub2
- Lewin, C. & Herlitz, A. (2002). Sex differences in face recognition--women's faces make the difference. *Brain and Cognition*, 50(1), 121-128. doi:10.1016/S0278-2626(02)00016-7
- Lewontin, R., Rose, S. & Kamin, L. J. (1984). *Not in our genes: Biology, Ideology and Human Nature*. New York: Pantheon Books.
- Li, Z. J., Matsuda, H., Asada, T., Ohnishi, T., Kanetaka, H., Imabayashi, E., & Tanaka, F. (2004). Gender difference in brain perfusion 99mTc-ECD SPECT in aged healthy volunteers after correction for partial volume effects. *Nuclear Medicine Communications*, 25(10), 999-1005. doi:10.1097/00006231-200410000-00003
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences

- in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498.
doi:10.2307/1130467
- Lorin-Meier, S. & Halpern, D. F. (1999). Sex differences in visuospatial working memory: Components of cognitive processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6(3), 464-471. doi: 10.3758/BF03210836
- Lummis, M. & Stevenson, H. W. (1990). Gender differences in beliefs and achievement: A cross-cultural study. *Developmental Psychology*, 26, 254-263.
doi:10.1037//0012-1649.26.2.254
- Lynn, R. & Irwin, P. (2008). Sex differences in mental arithmetic, digit span, and g defined as working memory capacity. *Intelligence*, 36, 226-235.
doi:10.1016/j.intell.2007.06.002
- Maccoby, S. & Jacklin, C. (1974). *Psychology of sex differences*. Stanford, California: Stanford University Press.
- MacQuarrie, T. W. (1925). *MacQuarrie Test for Mechanical Ability*. Los Angeles: California Test Bureau.
- Maki, P. M., Gast, M. J., Vieweg, A. J., Burriss, S. W. & Yaffe, K. (2007). Hormone therapy in menopausal women with cognitive complaints: a randomized, double-blind trial. *Neurology*, 69(13), 1322-1330.
doi:10.1212/01.wnl.0000277275.42504.93
- Maki, P. M., Rich, J. B. & Rosenbaum, R. S. (2002). Implicit memory varies across the menstrual cycle: estrogen effects in young women. *Neuropsychologia*, 40(5), 518-529. doi:10.1016/S0028-3932(01)00126-9
- Manning, J. T., Scutt, D., Wilson, J. & Lewis-Jones, D. I. (1998). The ratio of 2nd to 4th

- digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction*, 13(11), 3000-3004. doi:10.1093/humrep/13.11.3000
- Manoach, D. S., Schlaug, G., Siewert, B., Darby, D. G., Bly, B. M., Benfield, A., Edelman, R. R. & Warach, S. (1997). Prefrontal cortex fMRI signal changes are correlated with working memory load. *Neuroreport*, 8(2), 545-549. doi:10.1097/00001756-199701200-00033
- Masters, M. S. (1998). The gender difference on the Mental Rotations test is not due to performance factors. *Memory & Cognition*, 26(3), 444-448. doi:10.3758/BF03201154
- Mazur, A. & Lamb, T. A. (1980). Testosterone, status, and mood in human males. *Hormones and Behavior*, 14(3), 236-246. doi:10.1016/0018-506X(80)90032-X
- McBurney, D. H., Gaulin, S.J.C., Devineni, T. & Adams, C. (1997). Superior spatial memory of women: stronger evidence for the gathering hypothesis. *Evolution and Human Behavior*, 18(3), 165-174. doi:10.1016/S1090-5138(97)00001-9
- McCarthy, M. M. & Konkle, A. T. (2005). When is a sex difference not a sex difference? *Frontiers in Neuroendocrinology*, 26(2), 85-102. doi:10.1016/j.yfrne.2005.06.001
- McGivern, R. F., Kandis, L., Anderson, J., Wideman, G., Bodnar, M. & Huston, P.J. (1998). Gender differences in incidental learning and visual recognition memory: support for a sex difference in unconscious environmental awareness. *Personality and Individual Differences*, 25(2), 223-232. doi:10.1016/S0191-8869(98)00017-8
- McGivern, R. F., Huston, J. P., Byrd, D., King, T., Siegle, G. J. & Reilly, J. (1997). Sex differences in visual recognition memory: support for a sex-related difference in attention in adults and children. *Brain and Cognition*, 34(3), 323-336.

doi:10.1006/brcg.1997.0872

McGuinness, D., Olson, A. & Chapman, J. (1990). Sex differences in incidental recall for words and pictures. *Learning and Individual Differences*, 2(3), 263-285.
doi:10.1016/1041-6080(90)90006-3

McNair, D. M., Lorr, M. & Droppleman, L. F. (1971). *Manual of the Profile of Mood States*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service.

McNair, D. M., Lorr, M. & Droppleman, L. F. (1992). *Manual of the Profile of Mood States*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service. (Edición Revisada).

Mefoh, P. C. (2010). Gender differences in proactive, retroactive, and no interference conditions. *Gender and Behaviour*, 8(2), 3036-3047.

Meyer, W. J., Webb, A., Stuart, C. A., Finkelstein, J. W., Lawrence, B. & Walker, P. A. (1986). Physical and hormonal evaluation of transsexual patients: a longitudinal study. *Archives of Sexual Behavior*, 15(2), 121-138. doi:10.1007/BF01542220

Miles, C., Green, R. & Hines, M. (2006). Estrogen treatment effects on cognition, memory and mood in male-to-female transsexuals. *Hormones and Behavior*, 50(5), 708-717. doi:10.1016/j.yhbeh.2006.06.008

Miles, C., Green, R., Sanders, G. & Hines, M. (1998). Estrogen and memory in a transsexual population. *Hormones and Behavior*, 34(2), 199-208.
doi:10.1006/hbeh.1998.1478

Moffat, S. D., Hampson, E. & Hatzipantelis, M. (1998). Navigation in a "virtual" maze: Sex differences and correlation with psychometric measures of spatial ability in humans. *Evolution and Human Behavior*, 19(2), 73-87. doi:10.1016/S1090-

5138(97)00104-9

- Moffat, S. D. & Hampson, E. (1996). A curvilinear relationship between testosterone and spatial cognition in humans: possible influence of hand preference. *Psychoneuroendocrinology*, 21(3), 323-337. doi:10.1016/0306-4530(95)00051-8
- Moffat, S. D., Zonderman, A. B., Metter, E. J., Blackman, M. R., Harman, S. M. & Resnick, S. M. (2002). Longitudinal assessment of serum free testosterone concentration predicts memory performance and cognitive status in elderly men. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 87(11), 5001-5007. doi:10.1210/jc.2002-020419
- Moore, E. G. J. & Smith, A. W. (1987). Sex and ethnic group differences in mathematics achievement: results from the national longitudinal study. *Journal of Research in Mathematics Education*, 18(1), 25-36. doi:10.2307/749534
- Mordecai, K. L., Rubin, L. H. & Maki, P. M. (2008). Effects of menstrual cycle phase and oral contraceptive use on verbal memory. *Hormones and Behavior*, 54(2), 286-293. doi:10.1016/j.yhbeh.2008.03.006
- Morrell, C. H., Gordon-Salant, S., Pearson, J. D., Brant, L. J. & Fozard, J. L. (1996). Age- and gender-specific reference ranges for hearing level and longitudinal changes in hearing level. *Journal of the Acoustical Society of America*, 100(4 Pt 1), 1949-1967. doi:10.1121/1.417906
- Muller, M., Aleman, A., Grobbee, D. E., de Haan, E. H. & van der Schouw, Y. T. (2005). Endogenous sex hormone levels and cognitive function in aging men: is there an optimal level? *Neurology*, 64(5), 866-871. doi:10.1212/01.WNL.0000153072.54068.E3
- Muller, M., van den Beld, A. W., Grobbee, D. E., de Jong, F. H. & Lamberts, S. W.

- (2009). Sex hormones and cognitive decline in elderly men. *Psychoneuroendocrinology*, 34(1), 27-31. doi:10.1016/j.psyneuen.2008.08.008
- Mumenthaler, M. S., O'Hara, R., Taylor, J. L., Friedman, L. & Yesavage, J. A. (2001). Relationship between variations in estradiol and progesterone levels across the menstrual cycle and human performance. *Psychopharmacology*, 155(2), 198-203. doi:10.1007/s002130100700
- Murphy, D. G., DeCarli, C., McIntosh, A. R., Daly, E., Mentis, M. J., Pietrini, P., ... Rapaport, M. D. (1996). Sex differences in human brain morphometry and metabolism: an in vivo quantitative magnetic resonance imaging and positron emission tomography study on the effect of aging. *Archives of General Psychiatry*, 53(7), 585-594. doi:10.1001/archpsyc.1996.01830070031007
- Nass, R. & Baker, S. (1991). Androgen effects on cognition: congenital adrenal hyperplasia. *Psychoneuroendocrinology*, 16(1-3), 189-201. doi:10.1016/0306-4530(91)90078-8
- National Institute of Mental Health (2011). Sex differences in brain, behavior, mental health and mental disorders. Workshop. Bethesda, MD, February. <http://www.nimh.nih.gov/research-funding/scientific-meetings/2011/sex-differences-in-brain-behavior-mental-health-and-mental-disorders/index.shtml>
- Neave, N., Menaged, M. & Weightman, D. R. (1999). Sex differences in cognition: the role of testosterone and sexual orientation. *Brain and Cognition*, 41(3), 245-262. doi:10.1006/brcg.1999.1125
- Nicholson, K. G. & Kimura, D. (1996). Sex differences for speech and manual skill. *Perceptual and Motor Skills*, 82(1), 3-13. doi:10.2466/pms.1996.82.1.3
- O'Boyle, M. W., Hoff, E. J. & Gill, H. S. (1995). The influence of mirror reversals on

- male and female performance in spatial tasks: A componential look. *Personality and Individual Differences*, 18(6), 696-699. doi:10.1016/0191-8869(95)00005-Q
- Okami, P. & Shackelford, T. K. (2001). Human sex differences in sexual psychology and behavior. *Annual Review of Sex Research*, 12, 186-241.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113. doi:10.1016/0028-3932(71)90067-4
- O'Reilly, M. A., Cunningham, C. J., Lawlor, B. A., Walsh, C. D. & Rowan, M. J. (2004). The effect of the menstrual cycle on electrophysiological and behavioral measures of memory and mood. *Psychophysiology*, 41(4), 592-603. doi:10.1111/j.1469-8986.2004.00194.x
- Otero, C., Rodríguez, D. & Andrade, E. (2009). Ciclos naturales de las hormonas sexuales y diferencias entre sexos en memoria. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 37(2), 68-74.
- Palomo, R., Casals-Coll, M., Sanchez-Benavides, G., Quintana, M., Manero, R. M., Rognoni, T., ... Peña Casanova, J. (in press). Spanish normative studies in young adults (NEURONORMA jóvenes project): norms for the Rey-Osterrieth Complex Figure (copy and memory) and Free and Cued Selective Reminding Test. *Neurologia*.
- Parsons, T. D., Larson, P., Kratz, K., Thiebaut, M., Bluestein, B., Buckwalter, J. G., Rizzo, A. A. (2004). Sex differences in mental rotation and spatial rotation in a virtual environment. *Neuropsychologia*, 42(4), 555-562. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2003.08.014
- Perea, M. V. & Ladera, V. (1995). Rendimientos neuropsicológicos: Edad, educación y sexo. *Psicothema*, 7(1), 105-112.

- Perrin, J. S., Herve, P. Y., Leonard, G., Perron, M., Pike, G. B., Pitiot, A., ... Paus, T. (2008). Growth of white matter in the adolescent brain: role of testosterone and androgen receptor. *Journal of Neuroscience*, 28(38), 9519-9524. doi:10.1523/JNEUROSCI.1212-08.2008
- Perrin, J. S., Leonard, G., Perron, M., Pike, G. B., Pitiot, A., Richer, L., ... Paus, T. (2009). Sex differences in the growth of white matter during adolescence. *Neuroimage*, 45(4), 1055-1066. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.01.023
- Phillips, S. M. & Sherwin, B. B. (1992). Variations in memory function and sex steroid hormones across the menstrual cycle. *Psychoneuroendocrinology*, 17(5), 497-506. doi:10.1016/0306-4530(92)90008-U
- Pinto, A. C. (2004). Diferenças de sexo em provas de memória operatória, memória episódica e teste de símbolos. *Psicologia, Educação e Cultura*, 8(1), 7-19.
- Postigo, Y., Pérez, M. P. & Sanz, A. (1999). Un estudio acerca de las diferencias de género en la resolución de problemas científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 247-258.
- Postma, A., Jager, G., Kessels, R. P. C., Koppeschaar, H. P. F. & van Honk, J. (2004). Sex differences for selective forms of spatial memory. *Brain and Cognition*, 54(1), 24-34. doi:10.1016/S0278-2626(03)00238-0
- Postma, A. & De Haan, E. H. (1996). What was where? Memory for object locations. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49(1), 178-199. doi:10.1080/027249896392856
- Postma, A., Izendoorn, R. & De Haan, E. H. (1998). Sex differences in object location memory. *Brain and Cognition*, 36(3), 334-345. doi:10.1006/brcg.1997.0974

- Postma, A., Meyer, G., Tuiten, A., van Honk, J., Kessels, R. P. & Thijssen, J. (2000). Effects of testosterone administration on selective aspects of object-location memory in healthy young women. *Psychoneuroendocrinology*, 25(6), 563-575. doi:10.1016/S0306-4530(00)00010-X
- Postma, A., Winkel, J., Tuiten, A. & van Honk, J. (1999). Sex differences and menstrual cycle effects in human spatial memory. *Psychoneuroendocrinology*, 24(2), 175-192. doi:10.1016/S0306-4530(98)00073-0
- Puts, D. A., McDaniel, M. A., Jordan, C. L. & Breedlove, S. M. (2008). Spatial ability and prenatal androgens: meta-analyses of congenital adrenal hyperplasia and digit ratio (2D:4D) studies. *Archives of Sexual Behavior*, 37(1), 100-111. doi:10.1007/s10508-007-9271-3
- Putz, D. A., Gaulin, S. J. C., Sporter, R. J. & McBurney, D. H. (2004). Sex hormones and finger length. What does 2D:4D indicate? *Evolution and Human Behavior*, 25(3), 182-199. doi:10.1016/j.evolhumbehav.2004.03.005
- Rademacher, J., Morosan, P., Schleicher, A., Freund, H. J. & Zilles, K. (2001). Human primary auditory cortex in women and men. *Neuroreport*, 12(8), 1561-1565. doi:10.1097/00001756-200106130-00010
- Ragland, J. D., Coleman, A. R., Gur, R. C., Glahn, D. C. & Gur, R. E. (2000). Sex differences in brain-behavior relationships between verbal episodic memory and resting regional cerebral blood flow. *Neuropsychologia*, 38(4), 451-461. doi:10.1016/S0028-3932(99)00086-X
- Rapp, S. R., Espeland, M. A., Shumaker, S. A., Henderson, V. W., Brunner, R. L., Manson, J. E., ... Bowen, D. (2003). Effect of estrogen plus progestin on global cognitive function in postmenopausal women: the Women's Health Initiative

- Memory Study: a randomized controlled trial. *Jama: The Journal of the American Medical Association*, 289(20), 2663-2672. doi:10.1001/jama.289.20.2663
- Ravaglia, G., Forti, P., Maioli, F., Bastagli, L., Montesi, F., Pisacane, N., ... Patterson, C. (2007). Endogenous sex hormones as risk factors for dementia in elderly men and women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(9), 1035-1041. doi:10.1093/gerona/62.9.1035
- Reinisch, J. M. & Sanders, S. A. (1992) Prenatal hormonal contributions to sex differences in human cognitive and personality development. In A. A. Gerall, H. Moltz & I. I. Ward (Ed.), *Handbook of behavioral neurobiology: Vol. 2. Sexual differentiation* (pp. 221-243). New York: Plenum.
- Resnick, A., Perry, W., Parry, B., Mostofi, N. & Udell, C. (1998). Neuropsychological performance across the menstrual cycle in women with and without Premenstrual Dysphoric Disorder. *Psychiatry Research*, 77(3), 147-158. doi:10.1016/S0165-1781(97)00142-X
- Resnick, S. M. (1993). Sex differences in mental rotations: An effect of time limits? *Brain and Cognition*, 21, 71-79. doi:10.1006/brcg.1993.1005
- Resnick, S. M., Berenbaum, S. A., Gottesman, I. I. & Bouchard, T. J. J. (1986). Early hormonal influences on cognitive functioning in Congenital Adrenal Hyperplasia. *Developmental Psychology*, 22(2), 191-198.
- Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Rey, A. (2003). *Test de copia y de reproducción de memoria de figuras geométricas complejas (8ª ed.)*. Madrid: TEA Ediciones.

- Richardson, T. E. (1991). Cognition, memory and the menstrual cycle. *Cahiers de Psychologie Cognitive/ European Bulletin of Cognitive Psychology*, 11(1), 3-26.
- Rodié, J. U. (2002). Sexo y cerebro: diferencias morfológicas y funcionales entre mujeres y hombres. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 30(3), 189-194.
- Rosenberg, L. & Park, S. (2002). Verbal and spatial functions across the menstrual cycle in healthy young women. *Psychoneuroendocrinology*, 27(7), 835-841. doi:10.1016/S0306-4530(01)00083-X
- Rosenblitt, J. C., Soler, H., Johnson, S. E. & Quadagno, D. M. (2001). Sensation seeking and hormones in men and women: exploring the link. *Hormones and Behavior*, 40(3), 396-402. doi:10.1006/hbeh.2001.1704
- Ross, J., Roeltgen, D. & Zinn, A. (2006). Cognition and the sex chromosomes: studies in Turner syndrome. *Hormone Research*, 65(1), 47-56. doi:10.1159/000090698
- Rovet, J. (2004). Turner syndrome: a review of genetic and hormonal influences on neuropsychological functioning. *Child Neuropsychology*, 10(4), 262-279. doi:10.1080/09297040490909297
- Rovet, J. (2004). Turner Syndrome: Genetic and hormonal factors contributing to a specific learning disability profile. *Learning Disabilities Research & Practice*, 19(3), 133-145. doi:10.1111/j.1540-5826.2004.00097.x
- Rushton, J. P. (1992). Differences in brain size. *Nature*, 358(6387), 532. doi:10.1038/358532b0
- Rushton, J. P. (1994). Sex and race differences in cranial capacity from International Labour Office data. *Intelligence*, 19, 281-294.
- Rypma, B. & D'Esposito, M. (1999). The roles of prefrontal brain regions in components

- of working memory: effects of memory load and individual differences. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96(11), 6558-6563. doi:10.1073/pnas.96.11.6558
- Rypma, B., Prabhakaran, V., Desmond, J. E., Glover, G. H. & Gabrieli, J. D. (1999). Load-dependent roles of frontal brain regions in the maintenance of working memory. *Neuroimage*, 9(2), 216-226. doi:10.1006/nimg.1998.0404
- Salgado, J. V., Mallou-Diniz, F. L., Costa Abrantes, S. S., Moreira, L., Schlottfeldt, C. G., Guimaraes, W., ... Fuentes, D. (2011). Applicability of the Rey Auditory-Verbal Learning Test to an adult sample in Brazil. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 33(3), 234-237. doi:10.1590/S1516-44462011005000007
- Sanders, G., Bereczkei, T., Csathó, A. & Manning, J. T. (2005). The ratio of the 2nd to 4th finger length predicts spatial ability in men but not women. *Cortex*, 41(6), 789-795. doi: 10.1016/S0010-9452(08)70297-1
- Sanders, G., Sjodin, M. & de Chastelaine, M. (2002). On the elusive nature of sex differences in cognition: hormonal influences contributing to within-sex variation. *Archives of Sexual Behavior*, 31(1), 145-152.
- Saucier, D., Bowman, M. & Elias, L. (2003). Sex differences in the effect of articulatory or spatial dual-task interference during navigation. *Brain and Cognition*, 53(2), 346-350. doi:10.1016/S0278-2626(03)00140-4
- Schlaepfer, T. E., Harris, G. J., Tien, A. Y., Peng, L., Lee, S. & Pearlson, G. D. (1995). Structural differences in the cerebral cortex of healthy female and male subjects: a magnetic resonance imaging study. *Psychiatry Research*, 61(3), 129-135. doi:10.1016/0925-4927(95)02634-A
- Sherwin, B. B. (1994). Estrogenic effects on memory in women. *Annals of the New York*

- Academy of Sciences*, 743(1), 213-230. doi:10.1111/j.1749-6632.1994.tb55794.x
- Shumaker, S. A., Legault, C., Rapp, S. R., Thal, L., Wallace, R. B., Ockene, J. K., ... Wactawski-Wende, J. (2003). Estrogen plus progestin and the incidence of dementia and mild cognitive impairment in postmenopausal women: the Women's Health Initiative Memory Study: a randomized controlled trial. *Jama: The Journal of the American Medical Association*, 289(20), 2651-2662. doi:10.1001/jama.289.20.2651
- Silverman, I. & Eals, M. (1992). Sex differences in spatial abilities: evolutionary theory and data. In J. H. Barkow, L. Cosmides & J. Tooby (Ed.), *The adapted mind* (pp. 533-549). New York: Oxford
- Silverman, I. & Phillips, K. (1992). Effects of estrogen changes during the menstrual cycle on spatial performance. *Ethology and Sociobiology*, 14(4), 257-269. doi:10.1016/0162-3095(93)90021-9
- Simpson, E. R., Clyne, C., Rubin, G., Boon, W. C., Robertson, K., Britt, K., Speed, C. & Jones, M. (2002). Aromatase: A brief review. *Annual Review of Physiology*, 64, 93-127. doi: 10.1146/annurev.physiol.64.081601.142703
- Slabbekorn, D., van Goozen, S. H., Megens, J., Gooren, L. J. & Cohen-Kettenis, P. T. (1999). Activating effects of cross-sex hormones on cognitive functioning: a study of short-term and long-term hormone effect in transsexuals. *Psychoneuroendocrinology*, 24(4), 423-447. doi:10.1016/S0306-4530(98)00091-2
- Speck, O., Ernst, T., Braun, J., Koch, C., Miller, E. & Chang, L. (2000). Gender differences in the functional organization of the brain for working memory. *Neuroreport*, 11(11), 2581-2585. doi:10.1097/00001756-200008030-00046

- Stanley, J. C., Benbow, C. P., Brody, L.E., Dauber, S. & Lupkowski, A. (1992). Gender differences on eighty-six nationally standardized aptitude and achievement tests. In N. Colangelo, S. G. Assouline & D. L. Ambrosio (Eds.), *Talent development: proceedings from the Henry B. and Jocelyn Wallace national research symposium on talent development*. Unionville, NY: Trillium.
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air. How stereotypes shape intellectual identity and performance. *The American Psychologist*, 52(6), 613-629. doi:10.1037//0003-066X.52.6.613
- Steinmetz, H., Jancke, L., Kleinschmidt, A., Schlaug, G., Volkmann, J. & Huang, Y. (1992). Sex but no hand difference in the isthmus of the corpus callosum. *Neurology*, 42(4), 749-752. doi:10.1212/WNL.42.4.749
- Stumpf, H. (1995). Gender differences in performance on tests of cognitive abilities: Experimental designs issues and empirical results. *Learning and Individual Differences*, 7(4), 275-287. doi:10.1016/1041-6080(95)90002-0
- Sun, X., Zhang, X., Chen, X., Zhang, P., Bao, M., Zhang, D., ... & Hu, X. (2005). Age-dependent brain activation during forward and backward digit recall revealed by fMRI. *Neuroimage*, 26(1), 36-47. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.01.022
- Swaab, D. F., Chung, W. C., Kruijver, F. P., Hofman, M. A. & Ishunina, T. A. (2001). Structural and functional sex differences in the human hypothalamus. *Hormones and Behavior*, 40(2), 93-98. doi:10.1006/hbeh.2001.1682
- Swaab, D. F., Fliers, E. & Partiman, T. S. (1985). The suprachiasmatic nucleus of the human brain in relation to sex, age and senile dementia. *Brain Research*, 342(1), 37-44. doi:10.1016/0006-8993(85)91350-2
- Szeszko, P. R., Vogel, J., Ashtari, M., Malhotra, A. K., Bates, J., Kane, J. M., ... & Lin,

- K. (2003). Sex differences in frontal lobe white matter microstructure: a DTI study. *Neuroreport*, 14(18), 2469-2473. doi:10.1097/00001756-200312190-00035
- Taylor, S. E., Klein, L. C., Lewis, B. P., Gruenewald, T. L., Gurung, R. A. & Updegraff, J. A. (2000). Biobehavioral responses to stress in females: tend-and-befriend, not fight-or-flight. *Psychological Review*, 107(3), 411-429. doi:10.1037//0033-295X.107.3.411
- Trahan, D. E. & Quintana, J. W. (1990). Analysis of gender effects upon verbal and visual memory performance in adults. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 5(4), 325-334. doi:10.1016/0887-6177(90)90012-E
- van Anders, S. M. & Hampson, E. (2005). Testing the prenatal androgen hypothesis: measuring digit ratios, sexual orientation, and spatial abilities in adults. *Hormones and Behavior*, 47(1), 92-98. doi:10.1016/j.yhbeh.2004.09.003
- Van Goozen, S. H., Cohen-Kettenis, P. T., Gooren, L. J., Frijda, N. H. & Van de Poll, N. E. (1994). Activating effects of androgens on cognitive performance: causal evidence in a group of female-to-male transsexuals. *Neuropsychologia*, 32(10), 1153-1157. doi:10.1016/0028-3932(94)90099-X
- Van Goozen, S. H., Cohen-Kettenis, P. T., Gooren, L. J., Frijda, N. H. & Van de Poll, N. E. (1995). Gender differences in behaviour: activating effects of cross-sex hormones. *Psychoneuroendocrinology*, 20(4), 343-363. doi:10.1016/0306-4530(94)00076-X
- Vandenberg, S. G. & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599-604. doi:10.2466/pms.1978.47.2.599

- Vauclair, J., Fagot, J. & Hopkings, W. D. (1993). Rotation of mental images in baboons when the visual input is directed to the left cerebral hemisphere. *Psychological Science*, 4(2), 99-103. doi:10.1111/j.1467-9280.1993.tb00468.x
- Verghese, J., Kuslansky, G., Katz, M. J., Sliwinski, M., Crystal, H. A., Buschke, H., & Lipton, R. B. (2000). Cognitive performance in surgically menopausal women on estrogen. *Neurology*, 55(6), 872-874. doi:10.1212/WNL.55.6.872
- Villodre Campos, R. & Morant Gimeno, A. (2006). Intervención multidisciplinar en afasias. In B. Gallardo, C. Hernández & V. Moreno (Eds.), *Lingüística clínica y neuropsicología clínica. Actas del Primer Congreso Nacional de Lingüística Clínica. Vol. I: Investigación e intervención en patologías del lenguaje*. Valencia: Universitat.
- Voyer, D. (1997). Scoring procedure, performance factors, and magnitude of sex differences in spatial performance. *American Journal of Psychology*, 110(2), 259-276. doi:10.2307/1423717
- Voyer, D. & Bryden, M. P. (1990). Gender, level of spatial ability, and lateralization of mental rotation. *Brain and Cognition*, 13(1), 18-29. doi:10.1016/0278-2626(90)90037-O
- Voyer, D. & Saunders, K. A. (2004). Gender differences on the mental rotations test: a factor analysis. *Acta Psychologica*, 117(1), 79-94. doi:10.1016/j.actpsy.2004.05.003
- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250-270. doi:10.1037//0033-2909.117.2.250
- Vranic, A. & Hromatko, I. (2008). Content-specific activational effects of estrogen on

- working memory performance. *The Journal of General Psychology*, 135(3), 323-336. doi:10.3200/GENP.135.3.323-336
- Ward, S. L., Newcombe, N. & Overton, W.F. (1986). Turn left at the church, or three miles north: a study of direction giving and sex differences. *Environment & Behavior*, 18, 192-213. doi:10.1177/0013916586182003
- Watson, S. L. & Kimura, D. (1991). Nontrivial sex differences in throwing and intercepting: relation to psychometrically-defined spatial functions. *Personality and Individual Differences*, 12(5), 375-383. doi:10.1016/0191-8869(91)90053-E
- Wechsler, D. (2007). *Escala de Memoria de Wechsler-III*. Madrid: TEA Ediciones.
- Weiss, E., Kemmler, G., Deisenhammer, E. A., Fleischhacker, W. W. & Delazer, M. (2003). Sex differences in cognitive functions. *Personality and Individual Differences*, 35(4), 863-875. doi:10.1016/S0191-8869(02)00288-X
- Weiss, E. M., Ragland, J. D., Brensinger, C. M., Bilker, W. B., Deisenhammer, E. A. & Delazer, M. (2006). Sex differences in clustering and switching in verbal fluency tasks. *Journal of International Neuropsychology Society*, 12(4), 502-509. doi:10.1017/S1355617706060656
- White, P. C. & Speiser, P. W. (2000). Congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Endocrine Reviews*, 21(3), 245-291. doi:10.1210/er.21.3.245
- Willerman, L. & Schultz, R. (1991). In vivo brain size and intelligence. *Intelligence*, 15(2), 223-228. doi:10.1016/0160-2896(91)90031-8
- Wisniewski, A. B., Prendeville, M. T. & Dobs, A. S. (2005). Handedness, functional cerebral hemispheric lateralization, and cognition in male-to-female transsexuals

- receiving cross-sex hormone treatment. *Archives of Sexual Behavior*, 34(2), 167-172. doi:10.1007/s10508-005-1794-x
- Witelson, S. F. (1989). Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. A postmortem morphological study. *Brain*, 112(3), 799-835. doi: 10.1093/brain/112.3.799
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E. & Karp, S. (1971). *A Manual for the Embedded Figures Test*. Palo Alto, CA: Consulting Psychology Press.
- Witkin, H. A. & Asch, S. E. (1948). Studies in space orientation; further experiments on perception of the upright with displaced visual fields. *Journal of Experimental Psychology*, 38(6), 762-782. doi:10.1037/h0053671
- Witkin, H. A. & Asch, S. E. (1948). Studies in space orientation; perception of the upright in the absence of a visual field. *Journal of Experimental Psychology*, 38(5), 603-614. doi:10.1037/h0055372
- Wolf, O. T. & Kirschbaum, C. (2002). Endogenous estradiol and testosterone levels are associated with cognitive performance in older women and men. *Hormones and Behavior*, 41(3), 259-266. doi:10.1006/hbeh.2002.1770
- Yaffe, K., Barnes, D., Lindquist, K., Cauley, J., Simonsick, E. M., Penninx, B., ... & Cummings, S. R. (2007). Endogenous sex hormone levels and risk of cognitive decline in an older biracial cohort. *Neurobiology of Aging*, 28(2), 171-178. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2006.10.004
- Yaffe, K., Lui, L. Y., Zmuda, J. & Cauley, J. (2002). Sex hormones and cognitive function in older men. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(4), 707-712. doi:10.1046/j.1532-5415.2002.50166.x

- Youngjohn, J. R., Larrabee, G. J. & Crook, T. H. (1993). New adult age-and education-correction norms for the Benton Visual Retention Test. *Clinical Neuropsychologist*, 7(2), 155-160. doi:10.1080/13854049308401517
- Yucel, M., Stuart, G. W., Maruff, P., Velakoulis, D., Crowe, S. F., Savage, G. & Pantelis, C. (2001). Hemispheric and gender-related differences in the gross morphology of the anterior cingulate/paracingulate cortex in normal volunteers: an MRI morphometric study. *Cerebral Cortex*, 11(1), 17-25. doi:10.1093/cercor/11.1.17
- Zhou, J. N., Hofman, M. A., Gooren, L. J. & Swaab, D. F. (1995). A sex difference in the human brain and its relation to transsexuality. *Nature*, 378(6552), 68-70.
doi:10.1038/378068a0

ANEXOS



ANEXO 1

REVISIÓN DE ESTUDIOS DE RENDIMIENTO NEUROPSICOLÓGICO EN FUNCIÓN DEL CICLO MENSTRUAL

Anexo I. Revisión de estudios de rendimiento neuropsicológico en función del ciclo menstrual

Autor(es) Fecha	Sujetos	Tests utilizados	Resultados
Castillo et al., 2008	Mujeres = 13	Retención de dígitos; Diseño con cubos; Dígitos y Clave de Números; Aprendizaje seriado de palabras.	<ul style="list-style-type: none"> -Mejor rendimiento en memoria verbal en la fase ovulatoria en comparación con la fase lútea y la fase menstrual. -No hay variaciones en el rendimiento de las demás medidas.
Compton y Levine, 1997	Mujeres = 34	Decisión léxica: palabras-no palabras; Elección de caras: caras-pseudocaras; Caras quiméricas (Levy, Heller, Banich, y Burton, 1983).	<ul style="list-style-type: none"> - Número ligeramente mayor de errores en las tareas de elección durante la fase folicular.
Gordon y Lee, 1993	Mujeres con ciclo regular = 34 Mujeres anticonceptivos = 34 Mujeres con amenorrea = 14	The Cognitive Laterality Battery (Gordon, 1986); Rotación mental con cubos (Shepard y Metzler, 1971); MacQuarrie Test de aptitudes mecánicas de MacQuarrie (MacQuarrie 1953); Figuras incompletas (Thurston y Jeffrey, 1966); Localización espacial; Fluidez verbal; Series de números.	<ul style="list-style-type: none"> -No hubo variaciones en el rendimiento a lo largo del ciclo menstrual en ninguno de los tres grupos.
Halpern & Tan, 2001	Finding A's Test: Hombres = 90; Mujeres = 63 Mental Rotation Test: Hombres = 33; Mujeres = 35	Finding A's Test; Mental Rotation Test (Vanderberg y Kuse, 1978)	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor rendimiento masculino en rotación mental, y femenino en rapidez perceptiva. - Mayor rapidez perceptiva en fase preovulatoria, y mejor rendimiento en rotación mental en fases preovulatoria y lútea media.

Autor(es) Fecha	Sujetos	Tests utilizados	Resultados
Hampson, 1990	Mujeres = 45	Test del Marco y la Varilla; Figuras enmascaradas; Subtest de Relaciones Espaciales del test de Aptitudes Diferenciales, Forma A; Subtests Identical Pictures, Number Comparisons y Substraction and Multiplication del ETS Kit of Factor-Referenced Cognitive Tests; Test de fluidez oral; Expresional Fluency Test; Rapidez al contar; Color Reading and Naming; Escucha dicótica.	<p><i>Comparaciones intersujetos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Mujeres en fase menstrual rindieron mejor que mujeres en fase lútea en tests de habilidad espacial y razonamiento deductivo, y mostraron menor lateralización auditiva. . -Mujeres en fase lútea rindieron mejor en articulación, rapidez y coordinación manual. <p><i>Comparaciones intrasujeto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - En fase lútea mayor rapidez articulatoria, manual y perceptiva, mejor coordinación manual y fluidez verbal. - En fase menstrual mejor rendimiento espacial y efecto de la práctica en Figuras enmascaradas y Subtest de Relaciones Espaciales: realizar estas tareas por primera vez en fase menstrual da lugar a un mayor aprendizaje de la prueba.
Hampson et al., 2004	Mujeres = 33	Test de Identificación de Objetos Fragmentados; Mooney – Harshman Closure Test.	<ul style="list-style-type: none"> - Igual efecto de facilitación en fase lútea y en fase menstrual. - Mejor percepción visual de objetos fragmentados durante la fase menstrual (tanto presentados previamente como novedosos).
Hatta y Nagaya, 2009	Mujeres = 30	Memoria lógica; Test de Stroop.	<ul style="list-style-type: none"> - El rendimiento en memoria no varía a lo largo del ciclo menstrual. - Peor rendimiento en la tarea Stroop durante la fase menstrual.

Autor(es) Fecha	Sujetos	Tests utilizados	Resultados
Haussmann et al., 2000	Mujeres = 12	Test de Rotación Mental; Test de la Figura en Espejo; Test de Figuras Geométricas Enmascaradas (subtest del Test de Aptitudes Diferenciales, DAT).	-Mejor rendimiento en rotación mental durante la fase menstrual que durante la fase lútea.
Islam et al., 2008	Mujeres = 28	Memoria de trabajo; Memoria verbal	<ul style="list-style-type: none"> - No hay variaciones a lo largo del ciclo menstrual en memoria de trabajo. - Mejor memoria verbal durante la fase lútea.
Konishi et al., 2008	Mujeres = 12	Simulador atención médica: Recuerdo de caras, dosis de medicación e identificación de satisfacción/insatisfacción.	- Mejor rendimiento durante la fase menstrual en comparación con la fase lútea.
Maki et al., 2002	Mujeres = 16	Tarea de memoria verbal explícita; Tarea de memoria verbal implícita; Test de identificación de objetos fragmentados; Fluidez verbal; Test de rotación mental: Tablero de clavijas.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor rendimiento en rotación mental y en memoria implícita visual durante la fase folicular. - Mejor rendimiento en fluidez verbal, habilidades motoras y memoria implícita verbal durante la fase lútea. - La memoria explícita no varía a lo largo del ciclo menstrual.
Mordecai et al., 2008	Mujeres ciclo natural = 16 Mujeres anticonceptivos = 20	Test de Aprendizaje Verbal de California; Test breve de Memoria Visoespacial Revisado; Fluidez verbal; Test de rotación mental; Test Breve de Atención.	<ul style="list-style-type: none"> - Las mujeres con ciclo natural no mostraron variaciones en el rendimiento a lo largo del ciclo menstrual. - Las mujeres que toman anticonceptivos mostraron mejor rendimiento en memoria verbal durante la fase activa.

Autor(es) Fecha	Sujetos	Tests utilizados	Resultados
Mumenthaler, 2001	Mujeres = 24	Simulador de vuelo.	- No se observaron cambios en la ejecución a lo largo del ciclo menstrual.
O'Reilly et al., 2004	Mujeres = 12	Memoria verbal.	- No hay variaciones a lo largo del ciclo menstrual.
Otero et al., 2009	Hombres = 20 Mujeres = 19	Test de Aprendizaje Audioverbal de Rey; Dígitos directos e inversos; Letras y Números; Test de opia y reproducción de memoria de una figura compleja; Test de retención visual de Benton; Test de memoria visual de objetos y localización espacial.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor rendimiento masculino en memoria auditiva inmediata. Mejor rendimiento femenino en memoria verbal demorada y en memoria visual de objetos. - Mejor memoria de trabajo y memoria visoespacial en fase hormonal baja. Mejor memoria inmediata de objetos en fase hormonal alta. - Mejor rendimiento masculino en memoria de trabajo y memoria visoespacial en la fase hormonal alta. Mejor memoria de objetos demorada y memoria visoespacial en mujeres en la fase hormonal baja.
Phillips y Sherwin, 2002	Mujeres = 25	Dígitos; Pares asociados; Recuerdo inmediato y demorado de textos; Recuerdo inmediato y demorado de dibujos.	<ul style="list-style-type: none"> - Peor memoria visual demorada durante la fase menstrual. - No hay variaciones en el resto de medidas.
Postma et al., 1999	Hombres = 23 Mujeres = 34	Memoria visual de objetos y localización espacial.	<ul style="list-style-type: none"> - Los hombres recuerdan mejor las posiciones espaciales. - En mujeres, mejor recuerdo de las posiciones espaciales durante la fase menstrual.
Resnick et al., 1998	Mujeres = 18; Mujeres sind.prem. = 19	Rapidez psicomotora; Atención; Aprendizaje y memoria verbal.	<ul style="list-style-type: none"> - No hay variaciones a lo largo del ciclo menstrual natural - Las mujeres con síndrome premenstrual muestran un entretimiento psicomotor durante la fase lútea.

Autor(es) Fecha	Sujetos	Tests utilizados	Resultados
Rosenberg y Park, 2002	Mujeres ciclo natural = 8 Mujeres anticonceptivos = 10	Tarea de rotación mental; Tarea de memoria de trabajo verbal.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor memoria de trabajo verbal en fases con estrógenos altos, sólo en mujeres con ciclo normal. - No hay variaciones en rotación mental.
Richardson, 1991	Experimento 1: Hombres = 34; Mujeres ciclo natural = 44; Mujeres anticonceptivos = 24 Experimento 2: Hombres = 27; Mujeres ciclo natural = 44; Mujeres anticonceptivos = 19	Pares asociados; Listas de palabras; Cuestionario de sintomatología premenstrual.	<ul style="list-style-type: none"> - No hay diferencias entre sexos ni variaciones a lo largo del ciclo menstrual en memoria verbal. - La sintomatología premenstrual no afecta al rendimiento.
Silverman y Phillips, 1992	Hombres = 105 Mujeres ciclo natural = 101 Mujeres anticonceptivos = 57	Test de rotación mental; Test de símbolos y dígitos; Anagramas; Test de relaciones espaciales.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor rendimiento masculino en rotación mental. - Mejor rendimiento en rotación mental durante la fase menstrual. - No hay diferencias entre sexos ni variaciones a lo largo del ciclo en las demás medidas.
Vranic y Hromatko, 2008	Mujeres ciclo natural = 66 Mujeres anticonceptivos = 27	Tarea de memoria de trabajo con fotografías de adultos varones y de niños.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejor recuerdo de fotografías de adultos varones durante fases del ciclo menstrual con niveles altos de estrógenos. - No hay variaciones en el recuerdo de fotografías de niños.

ANEXO 2

**PUNTUACIONES DIRECTAS EN LOS TESTS QUE COMPONEN LA
BATERÍA DE MEMORIA**

Anexo 2. Puntuaciones directas en los tests que componen la batería de memoria [medias (desviaciones típicas)]

Test, puntuación	Hombres				Mujeres			
	1ª sesión		2ª sesión		1ª sesión		2ª sesión	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	F. Lútea	F. Menstrual	F. Lútea	F. Menstrual
Aprendizaje Audioverbal de Rey,								
<i>ensayo 1</i>	8.42 (3.02)	7.59 (1.70)	10.63 (2.55)	10.47 (2.45)	9.15 (2.01)	8.95 (2.44)	10.45 (2.87)	11.47 (2.67)
<i>ensayo 2</i>	11.16 (1.86)	11.65 (1.46)	13.00 (1.63)	12.71 (2.31)	12.20 (1.71)	11.74 (2.05)	13.25 (1.55)	13.68 (1.42)
<i>ensayo 3</i>	12.63 (1.80)	12.88 (1.41)	13.58 (1.50)	13.41 (1.54)	13.50 (1.70)	13.32 (1.67)	13.45 (1.43)	14.00 (1.41)
<i>ensayo 4</i>	13.63 (1.54)	13.47 (1.28)	14.05 (1.39)	14.00 (0.87)	13.95 (1.23)	13.53 (1.31)	14.15 (1.23)	14.11 (1.15)
<i>ensayo 5</i>	12.84 (1.74)	13.88 (1.22)	14.32 (0.95)	14.24 (1.09)	14.15 (1.14)	13.84 (1.10)	14.50 (0.89)	14.42 (1.17)
<i>total</i>	58.68 (7.92)	59.47 (4.10)	65.58 (6.96)	64.82 (7.30)	62.95 (6.13)	61.37 (6.69)	65.80 (6.83)	67.68 (6.24)
<i>ensayo 6</i>	12.11 (2.69)	12.77 (2.33)	13.65 (1.62)	13.84 (1.21)	13.65 (1.31)	13.11 (1.52)	14.11 (1.05)	13.80 (1.77)
<i>dif. 5-6</i>	0.74 (1.79)	1.12 (2.32)	0.47 (1.12)	0.59 (1.33)	0.50 (0.69)	0.74 (1.56)	0.70 (1.46)	0.32 (1.25)
<i>demora</i>	12.32 (2.75)	12.59 (1.73)	13.47 (1.65)	13.59 (1.58)	13.45 (1.79)	13.26 (1.76)	13.70 (1.56)	14.11 (1.05)
Dígitos								
<i>Directos, span</i>	6.68 (1.25)	7.00 (1.19)	7.16 (0.83)	6.94 (1.39)	6.60 (0.99)	6.11 (1.37)	6.45 (1.05)	6.53 (0.91)
<i>Inversos, span</i>	5.00 (0.88)	5.53 (1.28)	5.42 (0.90)	5.82 (1.47)	4.95 (1.23)	5.05 (1.08)	5.35 (1.18)	5.11 (1.15)
Letras y Números, span	6.00 (0.58)	5.77 (0.83)	6.26 (0.93)	5.94 (0.97)	5.45 (0.89)	5.95 (0.78)	5.95 (0.83)	5.53 (0.91)
Figura Compleja de Rey,								
<i>copia</i>	26.16 (5.78)	27.15 (5.89)	27.84 (4.86)	28.21 (5.12)	29.13 (4.37)	28.24 (4.96)	28.40 (4.48)	28.29 (5.97)
<i>r. inmediato</i>	18.03 (5.07)	18.32 (6.38)	22.74 (5.40)	24.00 (6.61)	20.75 (5.88)	18.92 (6.59)	24.53 (4.82)	24.24 (6.51)
<i>r. demorado</i>	16.90 (5.10)	18.77 (5.92)	21.61 (6.45)	22.97 (6.75)	21.50 (5.95)	18.17 (5.91)	24.18 (4.84)	23.34 (6.81)
Memoria Visual de Objetos,								
<i>inmediata</i>	17.74 (2.88)	17.41 (3.55)	17.74 (2.73)	18.00 (2.87)	19.10 (0.91)	17.68 (3.53)	19.05 (1.32)	18.79 (1.51)
<i>demorada</i>	17.11 (2.73)	17.06 (3.31)	17.32 (2.54)	17.94 (2.86)	18.90 (1.29)	18.95 (1.72)	17.95 (2.86)	18.53 (1.54)
Memoria de Localización Espacial,								
<i>inmediata</i>	21.58 (2.46)	22.24 (2.05)	21.84 (2.77)	22.77 (1.89)	22.30 (2.25)	22.58 (2.93)	22.90 (3.05)	22.95 (3.05)
<i>demorada</i>	21.42 (3.01)	21.41 (2.43)	22.32 (2.88)	22.58 (3.19)	23.10 (2.05)	22.79 (2.62)	22.44 (2.88)	22.58 (2.88)

ÍNDICES



1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de estradiol, progesterona, FSH y LH en las distintas fases del ciclo menstrual.	43
--	-----------

2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Batería de exploración neuropsicológica empleada.	61
Tabla 2. Descripción de la muestra [media (sd)]	71
Tabla 3. Análisis factorial de las puntuaciones de memoria.....	74
Tabla 4. Resultados del Anova de Medidas Repetidas para las medidas de memoria según sexo, fase hormonal y orden de evaluación [$F_{1,71}$ (p)].....	75
Tabla 5. Resultados del Anova para las medidas de memoria de la primera sesión de evaluación según sexo y fase hormonal [$F_{1,71}$ (p)].....	76

3. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Memoria auditiva inmediata de hombres y mujeres en función de la fase hormonal.	77
Gráfico 2. Memoria y aprendizaje verbal de hombres y mujeres en función de la fase hormonal para la primera sesión de evaluación.....	77
Gráfico 3. Memoria visual de objetos y localización espacial de hombres y mujeres en función de la fase hormonal para la primera sesión de evaluación.....	78
Gráfico 4. Memoria y aprendizaje verbal de hombres y mujeres en función de la fase hormonal	79
Gráfico 5. Memoria visoespacial de hombres y mujeres en función de la fase hormonal	80
Gráfico 6. Componentes de memoria que muestran diferencias entre fases para el orden de evaluación 1ªfase alta-2ªfase baja	81
Gráfico 7. Componentes de memoria que muestran diferencias entre fases para el orden de evaluación 1ªfase baja-2ªfase alta	82
Gráfico 8. Memoria visual de forma y tamaño en distintas fases hormonales en función del orden de evaluación.	82
Gráfico 9. Relación lineal entre los niveles de estradiol y el componente de memoria de trabajo en las mujeres	84